

UNTERSUCHUNGEN ÜBER AKUTE LÄRMSCHÄDEN
DES GEHÖRS DURCH EINWIRKUNG
VON TURBINENSCHALL HOHER FREQUENZ
IN DER ZAHNÄRZTLICHEN PRAXIS

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde

an den

Medizinischen Fachbereichen der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Horst Krotky

aus Gleiwitz

1971

Untersuchungen über akute Lärmschäden des Gehörs
durch Einwirkung von Turbinenschall hoher Frequenz
in der zahnärztlichen Praxis

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Horst K r o t k y
aus Gleiwitz

Referent: Professor Dr. med. Odo v. Arentsschild
Korreferent: Professor Dr. med. Dr. med. dent. Ewald Harndt



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 24. August 1971

Inhaltsverzeichnis

Seite

I.	Aufgabenstellung	1
	a) Physiologie des Gehörs	2
	b) Schallbrücken vom Mund zum Innenohr	10
	c) Wirkungen des Lärms auf den Menschen	13
	d) Verschiedene Ursachen einer Hörminderung	13
	e) Wirkung des Lärms auf das Ohr	19
	f) Schall und Geräusche	28
II.	Voruntersuchungen über die Abhängigkeit der Frequenz und Intensität von der Größe des Bohrkopfes	29
	a) Das zahnärztliche Turbinen-Winkelstück	29
	b) Geräuschanalyse	30
	c) Audiogramm von drei untersuchten Pa- tienten	33
	d) Die Methodik der Hörschwellenauffindung	47
III.	Eigene Untersuchungsergebnisse der akuten Turbinenschallschädigung nach üblicher zahn- ärztlicher Turbinenbehandlung	51
	Besprechung der in 6 Altersgruppen aufgeteil- ten 144 untersuchten Patienten	52
	a) Tabellen	54
	b) 2 Fälle von Gravidität und Turbinenschall	79
	c) 1 Fall von Altersschwerhörigkeit und Turbinenschall	81
	d) Schallschutz	82
	Schlußfolgerungen	84
IV.	Zusammenfassung	85
	Literatur	98

I. Aufgabenstellung

Die Funktionstüchtigkeit der Sinnesorgane ist eine der Voraussetzungen menschlicher Leistungsfähigkeit. Das Gehör, das für den Menschen wichtige Aufgaben zu erfüllen hat, erscheint unter den vielen Bedingungen des Lebens gefährdet und belastet. Die Gefahr einer Lärmschädigung ist heute im Vergleich zu einer weniger industrialisierten Zeit ungleich größer geworden. Zum üblichen Industrielärm, wie er in Maschinenhallen, an den Fließbändern der Fabriken, auf Flugplätzen und Schiffen - um nur einige der großen Lärmquellen anzuführen - auftritt, ist der "Turbinenlärm" dazugekommen.

So hat die Turbine auf vielen Gebieten der Antriebstechnik den traditionellen Motor abgelöst, zumindest findet sie gleichrangige Verwendung. Flugzeuge und Schiffe sind mit Turbinen ausgestattet und bieten, bedingt durch eine höhere Tourenzahl, erhebliche Vorteile.

Mit der Einführung der Mikro-Turbine in die zahnärztliche Praxis als Antriebsmotor für die Bohr- und Schleifmittel sind ebenfalls Vorteile entstanden. Hervorhebend sei angeführt, daß die Bohrzeit, bedingt durch die hohe Tourenzahl - sie beträgt durchschnittlich 300 000 h/m -, bedeutend verkürzt wurde, was wiederum den Patienten zugute kommt (DUCHASTELLE).

Jedoch sind auch Nachteile für das Gehör des Zahnarztes mit diesem Gerät verbunden. PARTSCH und EICHNER wiesen aufgrund ihrer Untersuchungen auf diese Möglichkeit hin. FELDMANN und SCHWAB konnten bei 30 Zahnärzten bei einer täglichen Benutzungsdauer der Turbine zwischen 15 Minuten und 6 Stunden und einem gemessenen Schallpegel von 78 bis 97 DIN-phon für ohrgesunde Zahnärzte keine meßbaren Hörschädigungen feststellen. Eine Gefährdung des Gehörs für besonders disponierte Personen wird allerdings nicht ausgeschlossen. Von LEHNHARDT wurde sogar in einem Grundsatzreferat eine schädigende Wirkung des Turbinengeräusches angezweifelt. Untersuchungen an Zahnärzten, die von v. ARENTSSCHILD und EICHNER mit Hilfe der Tonschwellenaudiometrie unter Mitbenutzung der Halboktavwerte

durchgeführt wurden, erbrachten bei 10 Zahnärzten einen altersgemäßen Hörbefund. Bei 3 Zahnärzten wurden geringste Senken bei Tönen ab 2 kHz aufwärts diagnostiziert. Eine leichte Schallempfindungsstörung wurde bei 5 Zahnärzten festgestellt. Die kontinuierliche Frequenzaudiometrie erbrachte keine zusätzlichen Erkenntnisse. LUMINO, AHO und LETHINEN stellten ebenfalls bei 39 von 125 Probanden oberhalb von 2000 Hz einen bilateralen Hörverlust bei einer Benutzungsdauer der Turbine von 3 Jahren und 2 Monaten fest. 86 Zahnärzte mit einer Expositionszeit von 2 Jahren und 9 Monaten hatten keinen Hörfehler. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen zu einem späteren Zeitpunkt TAYLOR, MAIR, PEARSON, GIRAAT, CURAI, BARVANELOS und MOONY in ihren Untersuchungen. Es wurde eine Hörschwellenerniedrigung in den Bereichen zwischen 2 - 6 kHz signifikant ermittelt. HESSE, BOHREN und SCHUBERT nahmen ebenfalls zur Frage der Geräuschbelastung Stellung.

Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, ob es bei Patienten aller Altersgruppen, normalhörend oder mit vorgeschädigtem Gehör, nach kurzer Einwirkungszeit des beim Laufen der zahnärztlichen Mikroturbine entstehenden Pfeiftones hoher Frequenz zu einer akuten Innenohrschädigung kommt und festgestellte Senken in der Hörkurve reversibel sind.

a) Physiologie des Gehörs

Zur Abklärung der Entstehungsweise pathologisch-anatomischer Veränderungen am Hörorgan in bezug auf die vorliegende Arbeit wird kurz die Physiologie des Gehörs besprochen.

Trotz der anatomischen Vereinigung des VIII. Hirnnerven unterscheiden wir zwei völlig verschiedene Funktionen des Labyrinths.

Der Nervus cochlearis und sein Endorgan, das Cortische Organ, sind der schallempfindende Teil.

Der Nervus vestibularis und sein Sinnesorgan im Vorhof und an den Bogengangsampullen dienen der statischen Funktion, das heißt Wahrnehmung der Körperlage und Bewegung. Beide werden durch mechanische Kräfte in Bewegung gesetzt und haben sich phylogenetisch aus einem einzigen

einheitlichen Organ differenziert.

Das Hörorgan gliedert sich in einen reizzuführenden, reizverarbeitenden und einen reizableitenden Apparat. Auch im Hinblick auf die Lokalisation von Hörstörungen unterscheiden wir:

- a) Schalleitungsapparat: Ohrmuschel, äußerer Gehörgang, Trommelfell, Stapesplatte, Perilymphe in der Schnecke;
- b) Schallempfendungsapparat: Cortisches Organ, Nervus cochlearis (oder acusticus), die zentralen Hörbahnen (tonspezifische Rezeptoren mit ihren Zentren) und die Hörrinde.

Die Hörstörungen hat schon die klassische Stimmgabeldiagnostik in eine

- 1. Schalleitungstörung,
- 2) Schallempfindungsstörung,
- 3. kombinierte Schalleitungs-Schallempfindungsstörung

unterteilt. Mit der Hörschwellenaudiometrie kann man anhand bestimmter Kurvenformen auf gewisse Modifikationen von Schallempfindungsstörungen und Schalleitungsstörungen Rückschlüsse ziehen.

Mit Hilfe der überschwelligen Audiometrie kann die Schallempfindungsstörung noch unterteilt werden:

- a) Innenohrhaarzellschaden - Corti-Organ-Schaden,
- b) Störung des Ganglion spirale oder des Hörnerventretrolabyrinthär,
- c) zentrale Hörstörungen.

Ordnung in dem Formenreichtum aller beobachtbaren Hörkurvenbilder hat LANGENBECK mit seiner Typeneinteilung geschaffen. Dem Ohrenarzt bietet sie unerlässliches Rüstzeug in der Erkennung diagnostischer Einzelheiten.

Die im Lehrbuch der praktischen Audiometrie von LANGENBECK vorgenommene Einteilung dient als Grundlage für diese Arbeit.

Die Schallempfindungsstörungen differenzieren sich in folgende Typen:

Typ A (cochleo-basaler Typ, Kurve 1)

Luft- und Knochenleitung fallen zusammen. Der aufsteigende Schenkel (bei den tiefen Frequenzen) liegt der normalen Hörkurve verhältnismäßig nahe und verläuft ungefähr parallel mit ihr. Das Höroptimum ist nach den tieferen Frequenzen hin verschoben (normal bei c^4), der abfallende Schenkel verläuft abnorm steil abwärts (Steilabfall nach den hohen Frequenzen).

Typ B (medio-cochleärer Typ, Kurve 2)

Kurvenform bei reiner Innenohrschwerhörigkeit. Kurven nach dem Typus B haben kein ausgesprochenes Hörmaximum mehr. Sie verlaufen im mittleren Teil einfach flach in einem mehr oder weniger ausgedehnten Tongebiet, um dann bei der höchsten Frequenz häufig doch so etwas wie einen Steilabfall zu zeigen. Hörverlust in den mittleren Frequenzen am stärksten.

Typ C (cochleo-apicaler und pan-cochleärer Typ)

Bei tiefen und mittleren Frequenzen parallel verlaufend zur normalen Schwellenkurve. Kurvengipfel mehr oder weniger deutlich nach den hohen Frequenzen hin verschoben und erheblich spitzer als bei der normalen Schwellenkurve. Jenseits dieses Gipfels Steilabfall.

Für Schalleitungsstörungen gilt folgende Differenzierung:

Typ I (Elastische Versteifung)

Langsamer und parallel der Normalkurve erfolgter Anstieg in den tieferen und mittleren Tonlagen, Höroptimum ist nach den hohen Frequenzen hin bis c^6 verschoben, darüber hinaus Abfall der Hörkurve.

Die Knochenleitung liegt im Bereich der normalen Knochenleitung, also der Normallinie, abgesehen von kleineren Abweichungen.

Typ II (Dämpfungstyp)

Tiefere Abstimmung des Schalleitungsapparates infolge Massenbelastung. Höroptimum wandert dadurch zu den tiefen Tönen ab. Schlechtere Empfindlichkeit besonders in hohen Lagen.

Die Schallwellen sind der adäquate Reiz für den akustischen Apparat. Sie werden von der Ohrmuschel aufgefangen, die als Schalltrichter dient.

Nach Untersuchungen von v. BÉKÉSY werden trotz der unregelmäßigen Oberfläche 99,25% der Schallwellen zurückgeworfen, während eine glatte Holzwand 90 - 95% reflektiert, den Rest aber verschluckt.

Gegenüber den Lauschern vieler Tiere, die die Schallwellen durch Verstellen der Ohrmuscheln sammeln - verfeinertes Lautstärke-Richtungshören -, scheinen die der Menschen ver kümmert zu sein. Das gänzliche Fehlen würde die Hörfähigkeit kaum herabsetzen. Die Ohrmuschel dient der Verhinderung von Windgeräuschen (FELDMANN).

Der äußere Gehörgang ist das Schallzuleitungsrohr und besitzt nach seiner Länge und Weite entsprechende Resonanz. Die mittleren Frequenzen sollen verstärkt werden (BÉKÉSY). Bei 1 000 Hz steigt der Schalldruck etwa um das Fünffache. Sein Verlauf ist nicht gerade, sondern abgelenkt. Diese Abknickung bietet einen großen Schutz gegen das Eindringen von kalter Luft und Wasser. Für die Schalleitung genügt bei Stenosen und Ansammlungen von Ceruminallmassen noch die kleinste Öffnung, während die völlige Verlegung bzw. Atresie das Hörvermögen sehr herabsetzt.

Im Mittelohr bildet die Gehörknöchelchenkette ein einarmiges Hebelsystem, welches durch die durch das vordere Trommelfellband und das hintere Stapesband gegebene Achse schwingt. Bewegt sich das Trommelfell einwärts zum Innenohr hin, so wird die Steigbügel Fußplatte auch nach einwärts zum Labyrinth hin gedrückt. Diese Übertragung der Schwingungen

(Energie) und damit die verlustfreie Umsetzung der Luftschwingungen in Flüssigkeitsschwingungen des Labyrinths findet durch eine Drucktransformation statt. Der Größenunterschied zwischen dem Trommelfell (90 qmm) und der Steigbügelfußplatte (3,2 qmm) ergibt eine Steigerung des Druckes um das Zwanzigfache. Die Eigenfrequenz dieses Schwingungssystems liegt bei ungefähr 1 000 Hz, wobei am Trommelfell noch eine periodische, aber stark gedämpfte Schwingung vorhanden ist (FRANK), während die Basilarmembran wahrscheinlich aperiodisch schwingt. Von der Fußplatte des Steigbügels, die mit einem Ringband in dem ovalen Fenster befestigt ist, werden die Schallwellen in die Perilymphe des Vorhofes übertragen und pflanzen sich dort in der Vorhofstreppe der Schnecke aufwärts fort, gehen durch das Helicotrema an der Schneckenspitze in die Perilymphe der Paukentreppe über, an deren basalem Ende sie dann auf die elastische Membran des runden Fensters treffen. Dabei wird das Cortische Organ, welches in dem zwischen den Tropfen gelegenen Ductus cochlearis auf der Membrana basilaris aufgebaut und von Endolymphe umgeben ist, erregt. Dieses kombinierte Schwingungssystem stellt den nach physikalischen Gesetzen arbeitenden mechanischen Apparat der Schalleitung dar, welcher durch die Schallwellen in "erzwungene" Schwingungen versetzt wird und diese auf die Sinneszellen überträgt.

Zur Frage der Hörtheorien seien hier nur die wesentlichen Gesichtspunkte herausgehoben. Die größten Schwierigkeiten, dem physikalischen Befund gerecht zu werden, haben zweifellos die "Schallbild"-Theorien. Sie nehmen an, daß sich auf der Basilar-Membran und ihrem Nachbargebiet je nach der Frequenz (Tonhöhe) der auftretenden Schallwelle bestimmte Schwingungsfiguren, ähnlich den Chladnischen Klangfiguren, ausbilden; die räumliche Verteilung soll für den Sinneseindruck maßgebend sein. Von allen anderen Ungereimtheiten abgesehen ist eine Ausbildung stehender Wellen auf ein nicht durchweg homogenes, durch die umgebende Flüssigkeit stark gedämpftes Gebilde wie der Basilarmembran nicht einzusehen.

Wesentlich besser fundiert sind die zahlreichen "Einorts"-Theorien, zu denen auch die Resonanz-Theorien gehören. Sie nehmen an, daß einer bestimmten Tonhöhe ein spezieller Teil der Basilarmembran entspricht, der besonders stark ins Mitschwingen gerät. Da der äußere Teil der Basilarmembran aus Querfasern aufgebaut erscheint, vermutete HELMHOLTZ darin resonanzfähige Gebilde, die nach ihrer großen Zahl - etwa 2 000 - eine Aufteilung des Hörbereichs ermöglichen könnten. ROAF und FLETSCHER kamen um 1922 der Lösung des Problems durch Berücksichtigung der elastischen Eigenschaften der Schneckenflüssigkeit schon beträchtlich näher. Im Grunde genommen ist damit nicht viel gewonnen, sondern es sind lediglich schmale Abschnitte der gesamten Schnecke an die Stelle der Membranfasern gesetzt, die längs der Schnecke auf die verschiedenen Frequenzen des Hörbereichs abgestimmt sein sollen.

Zahlreiche, auf den verschiedensten Effekten beruhende Messungen hatten inzwischen ziemlich übereinstimmend zu dem Schluß geführt, daß "Resonatoren" im Innenohr, wie sie im einzelnen auch beschaffen sein mögen, im mittleren Hörbereich so schwach gedämpft sein müßten, daß eine Erregung erst nach 25 Schwingungen auf die zehnfache Amplitude ansteigen könnte. Dem entspricht das Verhältnis zweier aufeinanderfolgender Amplituden von etwa 1,1. Da die subjektive "Einschwingzeit" und "Ausschwingzeit" des Ohres von verschiedener Größenordnung ist, ergaben sich auch hier Widersprüche, die auf einen gänzlich anderen Mechanismus schließen lassen. Die genannten Theorien führten immerhin dazu, das Augenmerk mehr auf die hydrodynamischen Eigenschaften der Schnecke als Ganzes und weniger auf die Struktur der Basilarmembran zu richten. So werden die Luftschwingungen weiter in Flüssigkeitsschwingungen des inneren Ohres umgewandelt. Die dabei auftretenden hydrodynamischen Vorgänge spielen sich nach der von H. BEKESY gefundenen Wanderwellentheorie ab. Die elastische rücktreibende Kraft des Schwingungssystems, die bewegte Masse und die Reibung der bewegten Teile bzw. deren Dämpfung sind dabei maßgebend.

KIETZ stellt in einer neuen Arbeitshypothese heraus, daß das Zusammenarbeiten der Membrana basilaris und der Membrana tectoria zum eigentlichen Hörvorgang führt und die bisher angenommenen Wanderwellen auf der Membrana basilaris nicht vorhanden sein können, sondern eine Wippwellenschwingung, deren Lage frequenzabhängig ist. Pendelnde Flüssigkeitsströmungen im Innenohr transportieren Schwingungsenergie.

Die bisher bekannten angegebenen Vorgänge im Innenohr beziehen sich fast ausschließlich auf die Erregung durch Dauertöne (Wanderwellentheorie). Eine Erregung durch Lärm dagegen stellt zunächst einen erheblich komplizierteren Schallvorgang dar. Infolgedessen sind auch seine hydrodynamischen bzw. physiologischen Vorgänge nur wenig bekannt. Die indirekten Einwirkungen auf das Vegetativum sind von LEHMANN beschrieben. Näheres in einem gesonderten Absatz.

Der Knochenleitung kommt im Hinblick auf die Schallbrücke vom Mund zum Innenohr eine besondere Bedeutung zu. Im allgemeinen ist sie beim Kauakt für den Organismus von Bedeutung. Wenn wir z.B. an den Geräuschen und an den Sensationen der Zähne erkennen, daß wir auf einen harten Gegenstand, einen Stein oder ähnliches, beißen, fangen wir sofort an, unsere Zähne vorsichtiger zu benutzen. Eine sehr wichtige Funktion ist die Überwachung der eigenen Sprache. Bekanntlich verliert bei vollkommener Ertaubung die menschliche Sprache allmählich ihren Wohlklang und ihre Tonhöhenmodulation.

TRENDELENBURG fand, daß das menschliche Ohr im "Schallschatten" der Wellen liegt, die den eigenen Mund verlassen. Beim Sprechen im Freien, bei Windstille oder sogar mit der Windrichtung würden wir unsere eigene Sprache durch Luftleitung nicht hören können. In geschlossenen Räumen wird sich das nicht auswirken, weil der Schall von den Wänden reflektiert wird.

Wie kommt es nun, daß wir die Sprache über die Knochenleitung hören und kontrollieren können? Die Beschreibung der Schallbrücken soll den Verlauf des Turbinenschalles vom Mund zum Innenohr aufzeigen.

b) Schallbrücken vom Mund zum Innenohr

Die beim Laufen der Turbine als hoher Pfeifton manifestierten Schallwellen haben je nach der Bohrstelle im Mund einen unterschiedlich langen Weg zum Innenohr. Die durchschnittliche Entfernung beträgt 5 - 10 cm. Entsprechend dem Zahnkreuz wurde der Mundraum in vier Zonen aufgeteilt: rechts oben - rechts unten - links oben - links unten. Diese Einteilung hat bei der Auswertung der Ergebnisse einen zusätzlichen Befund erbracht (näheres im Hauptteil).

Kurz sei auf die anatomischen Beziehungen des Ohres zur Nachbarschaft, insbesondere zum Mundraum, eingegangen. Bohrt man nun im Unterkiefer, so kann der Schall einmal über die Luftleitung, also außen herum, zum zweiten über die Knochenleitung, also mit der Fortführung des kompakten Unterkiefers zur Fossa articulare, welche den normalen Abschluß des knöchernen Gehörgangs bildet, zum Innenohr gelangen. Inwieweit die Gelenkkapsel eine Dämpfung des Schalls herbeiführt, ist aus den Audiogrammen, in Gegenüberstellung zum Oberkiefer, der ja eine ununterbrochene Knochenleitung zum Innenohr darstellt, nicht ersichtlich. Ich verweise aber jetzt schon auf das Audiogramm eines Patienten, wobei ich eine Abweichung der Kurve einmal mit geöffnetem, dann mit geschlossenem Mund unter zeitlich übereinstimmender Einwirkungszeit des Schalles erhielt.

Die Ohrtrompete vermittelt die direkte Verbindung zum Nasenrachenraum. An die obere Fläche des Schläfenbeins, welche von der Dura der mittleren Schädelgrube überzogen ist, grenzt der Kuppelraum der Pauke, das Antrum, Warzenfortsatzzellen sowie der obere Bogengang des Labyrinths unmittelbar an die Schläfenhirndura. An der hinteren Fläche des Felsenbeins verläuft in der Dura entlang einer Knochenrinne des Felsen-

beines der Sinus sigmoides. An den Sinus sowie an die lateral und medial daranliegende Dura grenzen die Zellen des Warzenfortsatzes unmittelbar an. Das Tegmen tympani und das Tegmen antri stoßen an die mittlere Schädelgrube. Vom Paukenhöhlenboden kommt man leicht zum Bulbus cranialis venae jugularis. Die pneumatisierte Unterzone der Ohrtrompete berührt den Carotiskanal.

Das paratympanale pneumatische System ist für die Schallstärke verantwortlich. Um das Bild abzurunden, möchte ich dies nicht unerwähnt lassen. An den Kuppelraum der Pauke schließt sich hinten im vorderen oberen Teil des Warzenfortsatzes das Antrum mastoideum als Zentralraum an. Von diesem strahlen fingerförmig die Cellulae mastoideae aus. Diese sind meist gut ausgebildet, können sich bis in die Hinterhauptschuppe, Schläfenschuppe, den Jochfortsatz und weit in das Felsenbein erstrecken und als Cellulae petrosae bis in die Felsenbeinspitze reichen. Zahl und Größe der einzelnen Zellen sind sehr verschieden. Die normalen Zellen sind lufthaltig und mit einer feinen, zarten Schleimhaut ausgekleidet. In vielen Fällen ist jedoch die Pneumatisation gehemmt, das heißt, der Warzenfortsatz ist zellarm, manchmal so, daß er bis auf ein paar kleine Zellen einen völlig kompakten Knochen darstellt (totale oder partielle Hemmung der Pneumatisation). Angeboren ist als einzige Zelle das Antrum. WITTMACK führt das Zustandekommen einer Pneumatisationsstörung auf eine geschädigte Schleimhaut infolge einer durchgemachten Infektion des Mittelohres im Säuglingsalter zurück.

Zusammenfassend läßt uns diese kurze anatomisch-physiologische Übersicht erkennen, wie kurz der Weg von der Schallauule zum Innenohr ist. Sie zeigt anhand der vielen Wege zum Perceptionsorgan die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit einer Schutzvorrichtung auf.

Vibration und Knochenleitung

Viele Autoren halten die Frage, ob eine Schädigung des Gehörs über die Knochenleitung oder über Vibrationen des Kör-

pers entstehen können, für nicht endgültig geklärt. Es wären eigentlich als Folge der Vibrationen Störungen des Gleichgewichtsapparates eher zu erwarten als Hörstörungen. DICKSON und CHADERICK haben Gleichgewichtsstörungen, ausgelöst durch den Lärm moderner Düsenflugzeuge, festgestellt. DESPONS und KECHT vermuten, daß starke Vibrationen, verursacht durch Preßluftbohrer, Kreissägen und Dampfmaschinen, zu einer Hörstörung führen können. MORITA hat beim Zusammenwirken von starkem Lärm und Vibrationen Hörschädigungen festgestellt. BRUNEL und GRIFFLE sprechen von einem Vibrationstrauma mit ungewohnter Geräuschbelastung, welches zum pathologischen Hörschaden führt. In welchem Ausmaß eine zusätzliche Belastung des Innenohres durch die beim Bohren am Zahn entstehenden feinen Vibrationen möglich ist, konnte aus den Audiogrammen nicht abgelesen werden. Die Möglichkeit einer erhöhten Belastung des Innenohres durch Vibrationen über die Knochenleitung durch die Turbine kann man weitgehend ausschließen.

Der Zahn stellt mit seiner Halterung im Periost ein schwingungsfähiges, elastisches Gebilde dar. Untersuchungen und ausführliche Darlegungen enthalten die Arbeiten von EICHNER, FUHR, JAKOB, KELLER, KIERSE, VIOHL, HARTLEY und HUDSON. Bei hohen Drehzahlen stellt der Zahn infolge seiner Massenträgheit einen Vibrationsisolator dar. Er darf nicht mehr als starrer Körper aufgefaßt werden. In seinem Inneren breiten sich Spannungs-Dehnungswellen (Schallwellen) aus. Die Schallabsorption vom lebenden Gewebe steigt nahezu proportional mit der Frequenz (HÜSTER-POHLMANN). Die tiefste Eigenfrequenz des Zahnes liegt bei 50 KHz. Für Frequenzen genügend unterhalb dieser Frequenz verhält sich der Zahn statisch, das heißt, die mechanischen Spannungen und Dehnungen verteilen sich über den ganzen Zahnkörper wie bei Belastung und wie bei Belastung mit einem Gewicht. Für Frequenzen in der Nähe der Eigenfrequenz und darüber hinaus ist dies nicht mehr der Fall; es werden Schallwellen gebildet. Dort, wo sie auf Stellen mit einer Unstetigkeit in den akustischen Ausbreitungseigenschaften (Impedanzsprünge) treffen, werden sie teilweise reflektiert. Die umlaufenden und die reflektierten Wellen überlagern sich und können auch stehende Wellen bilden, wenn

anregende Frequenz und Geometrie des Körpers in günstiger Beziehung zueinander stehen.

Gegen diese Schallbildungs- und Schallfortleitungsmöglichkeit dürfte es, abgesehen von einer gewissen Dämpfungsfähigkeit des Gewebes, keinen Schutz geben.

- c) Wirkungen des Lärms auf den Menschen
- d) Verschiedene Ursachen einer Hörminderung

Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über die Einwirkung des Lärms auf den Menschen und über die vielen Möglichkeiten, die zu einer Hörschädigung führen bzw. vorhandene Hörstörungen ätiologisch einordnen. Eine bestimmte Zahl der untersuchten Patienten hat ein vorgeschädigtes Gehör; sie wurde aber wie die normalhörende Gruppe den gleichen Bedingungen ausgesetzt. Einen Anspruch auf Vollständigkeit kann dieser Überblick nicht erheben, er soll einem Ariadnefaden gleich durch dieses große Gebiet führen.

Der Einfluß von Lärm auf das Hörorgan des Menschen ist in bedeutenden Arbeiten untersucht und publiziert worden.

LANGENBECK stellt in einer Arbeit das "Hören im Lärm" heraus, das im Gegensatz zum Hören in der Stille eigentlich das physiologische, den allgemeinen Lebensbedingungen angepaßtere Hören sei. Das Ergebnis seiner Untersuchungen besagt, daß es ein wesentlicher, den Verlauf der Hörkurve betreffender Unterschied ist, ob die Hörprüfung unter Alltagsbedingungen, zum Beispiel im Berufsleben, oder in der Camera silenta vorgenommen wurde. In Fortführung dieses Fadens müßte jetzt eine Definition des Lärms erfolgen. In der Tat gibt es keine physikalische Definition des Begriffs "Lärm".

Lärm besteht aus Geräuschen, die als unangenehm und

belästigend empfunden werden und durch die es zu einer Schädigung des menschlichen Organismus kommen kann (LEHMANN). Dieser schädliche Einfluß des Lärms kann einmal das gesunde Ohr, zum anderen aber auch das durch eine Fülle von Ursachen vorgeschädigte Ohr betreffen. Auf diese vielen Faktoren einer Vorschädigung soll der folgende Abschnitt eingehen. Ich möchte an dieser Stelle ein Ergebnis von LANGENBECK einflechten. Es zeigt uns, daß der Schwerhörige im Lärm ein nur wenig schlechteres Gehör hat als der Normalhörende im gleichen Lärm. Bei einem höheren Grad von Schwerhörigkeit sind die Abweichungen allerdings größer, stehen aber in keinem Verhältnis zu der Hörkurve, welche im stillen Prüfraum gefunden wird.

Da mit fortschreitender Technisierung der Industrie der Arbeitslärm auch durch Musik-Bands im Ballsaal erheblich zugenommen hat - Untersuchungen wurden von DIEROFF, BANDINI, GLORIG, HÖGGER, OPPLIGER, SCHMETZ und STEWART angestellt - , sind die Ergebnisse von LANGENBECK, in Relation zu einer beruflichen Umschulung oder möglichen Weiterbeschäftigung gebracht, von besonderem Wert. Im Gegensatz zu früher steht heute nicht mehr die körperliche Arbeit im Vordergrund. COPPEE und RÉVÉSZ stellen heraus, daß es durch die Zunahme des Industrie- und Straßenlärms zu direkten Wirkungen auf das periphere Hörorgan wie auch zu Rückwirkungen auf den gesamten Organismus komme, insbesondere auf das vegetative Nervensystem (akustischer Stress). JANSEN gibt an, daß der Mensch gegen die vegetativen Einflüsse (Einwirkungen) des Lärms wehrlos ist. Folglich ist ein Schutz nicht möglich. Interessant ist der zahlenmäßige Vergleich. So tritt eine vegetative Wirkung schon bei 65 Phon ein. Der übliche Verkehrslärm einer Stadt liegt aber durchschnittlich bei 85-90 Phon. Um diese Zahlen in ihrer Bedeutung, die der Intensität zukommt, zu definieren, muß ich auf eine Einteilung von LEHMANN hinweisen. Demnach gibt es vier Lärmstufen:

Geräusche unter 30 Phon, die so gering sind, daß sie vom eigenen Atem oder der Reibung unserer Kleidungsstücke übertönt werden, besitzen keinen Lärmcharakter.

Geräusche von 30-65 Phon können Lärmarten sein, die bereits als Belästigung empfunden werden. Sie gelten als Lärmstufe I.

Geräusche dieser Lärmstufe besitzen eine ausschließlich psychische Wirkung auf den Menschen.

Lärmstufe II von 65-90 Phon ist dadurch gekennzeichnet, daß zu der psychischen Wirkung eine physiologische hinzukommt. Es beginnen vegetative Reaktionen aufzutreten.

In der Lärmstufe III von 90-120 Phon kommt zu der psychischen und vegetativen Wirkung die Gefahr einer Schädigung des Ohrs hinzu.

Lärmstufe IV: über 120 Phon. Hier kann eine Schädigung der Gehörzelle und der Haut eintreten.

Überblicken wir diese Einteilung, so kann man annehmen, daß die zuletzt aufgeführte Lärmstufe recht selten ist.

Die folgenden Untersuchungen und Literaturangaben geben allerdings eine andere Auskunft. So ist die Zahl der Menschen in bezug auf die Gesamtbevölkerung, die einer täglichen, zumindest öffentlichen Lärmbelästigung hoher Phonzahl ausgesetzt sind, verhältnismäßig groß.

GÜTHE und MEYER-DELIUS untersuchten den Maschinenlärm an Bord sechs größerer Gasturbinenschiffe. Die Schallfrequenzmessungen (-analysen) und Gesamtpegelbestimmungen wurden an verschiedenen Meßpunkten durchgeführt. Der durchschnittliche Lärmpegel lag bei 88-114 Phon. Das Lärmspektrum fand sich bei allen Schiffen in den Frequenzen 1000 - 8000 Hz. Beide Ergebnisse überschreiten somit die vorher angeführten zulässigen Grenzkurven für das Innenohr. Wie wenig die schädliche Wirkung des Lärms auf den Menschen beachtet wird, ergibt die Feststellung, daß die Mannschaftsräume in unmittelbarer Nähe der Maschinenräume liegen und da einen Lärmpegel von immerhin 60 Phon hatten. Das führt natürlich zu einer Verminderung der Schlafentiefe und damit zu einer mangelhaften Erholung in der arbeitsfreien Zeit.

Die vorgenommene audiometrische Kontrolle an 166 Personen des Maschinenpersonals ergab bei 30 eine Innenohrschwerhörigkeit mit "lärmbedingter c^5 -Senke". Wenn schon ein Breitbandgeräusch die stärkste Ermüdung bei Dauereinwirkung (MAYER ZUM GOTTESBERGE) um c^5 verursacht, dürfte ein Geräusch, wie es bei den beschriebenen Turbinen vorliegt, mit bevorzugter Frequenz um 5000 Hz erst recht physiologische Wirkungen hinterlassen. Daß die gleichen Ermüdungserscheinungen auch bei einem Geräusch mit einer Bandbreite von nur 50 - 2800 Hz auftreten, schreibt MAYER ZUM GOTTESBERGE den Wanderwellen zu, die stets auch das Gebiet c^5 - c^3 überrollen. Die festgestellten neurovegetativen Belastungen und Reaktionen werden später besprochen.

Im zivilen Luftverkehr begann um das Jahr 1952 der Übergang vom reinen Propellerantrieb zum Turboprop und zum Antrieb mit Strahltriebwerken. Der größeren Motorleistung der Strahltriebwerke stand der Nachteil des vermehrten Lärms gegenüber. Wie eng die Größe des Flugzeuges, Startgewicht, maximaler Schub, Wirtschaftlichkeit und Lärmpegel miteinander verbunden sind, hat MEISTER ausführlich beschrieben. Auf die Gefahren, die damit für den Betrieb wie für die Anwohner von Flughäfen entstehen, wird im DOOLITTLE-Bericht hingewiesen. Dieser wurde im Auftrag der amerikanischen Regierung schon im Jahre 1952 erstellt und sollte in einer Reihe von Überlegungen zur Verbesserung bestehender Schwierigkeiten beitragen. Ausdrücklich wird auf die Gefahr einer vergrößerten Lärmbelastung verwiesen.

HUSTIN hat die lärmbedingten Hörstörungen beim Flugpersonal in zwei Gruppen unterteilt:

- a) Störgeräusche,
- b) Luftdrucktrauma.

So liegen die Hauptstörgeräusche bei Propellerflugzeugen unter 500 Hz. Da ein Schutz unter 500 Hz sehr schwierig ist, bleibt nur die Beeinflussung durch die Stellung der Motoren vor oder hinter den Kabinen. Beim Turboreaktor spielen ferner die Ultraschallwellen über 25 000 Hz eine Rolle. MAI hat

In einer vergleichenden Längsschnittuntersuchung von Militärpiloten von Strahlenflugzeugen für die Frequenzen zwischen 3000 und 8000 Hz einen Hörschwellenschwund von 5 dB feststellt. Auch bei den Besatzungen von Propellerflugzeugen ließ sich eine Zunahme von Hörverlusten feststellen. TOBIAS hat Messungen in Flugzeugführerkabinen durchgeführt. Das Ergebnis besagt, daß in den am besten geschützten Kabinen die Intensität des Lärms ein Niveau erreichte, das das Gehör schädigt. SCHULTHESS und HUDSON haben ebenfalls in den Frequenzen zwischen 4 und 8 KHz Hörverluste festgestellt. Es ist hervorzuheben, daß der Einfluß von Hubschrauberlärm auf das Gehör größer ist als der von Propeller- und Düsenflugzeugen.

Besonders möchte ich die Ansicht einer Reihe von Autoren hervorheben, daß der Flugarzt zur Vermeidung eines Invaliditätsrisikos durch ständige audiometrische Kontrolle beitragen kann. Ich verweise besonders auf eine Arbeit von MEISTER, der Geräuschemessungen an Flugzeugen und ihre hörphysiologische Bewertung aus der Aktualität, die dieses Problem besitzt, angestellt hat.

Wenden wir uns dem Industrielärm zu, so ist man von den vielen Lärmquellen, die die zulässige Grenze für das Innenohr überschreiten, erstaunt. Schon vor 30 Jahren schilderten POLLOCK und BARTLETT die Schäden, die starke Geräusche auf das menschliche Gehirn und den Körper ausüben. Sie erklärten, daß intensive Geräusche und Arbeitslärm die Arbeitskraft vermindern, daß die Gefahr für Arbeitsunfälle wachse und daß sie den Boden bereiten für zahlreiche nervale und körperliche Leiden. Sie glaubten, daß es eine Gewöhnung an den Lärm gäbe und daß damit die Unfallbereitschaft und die Krankheitsanfälligkeit nach der Gewöhnung wieder im Absinken sei. Die Schwerhörigkeit der Kesselschmiede wurde als erste beschrieben. Die ersten Berichte hierüber stammen aus dem Jahre 1931. KELTY, BONNFOY und CAJFINGER beschreiben einen Fall, nach dem ein Kupferschmied innerhalb eines Tages ertaubte. Tätig in diesem Beruf war er allerdings schon neun Jahre. In diesem Zusammenhang verweise ich auf die Arbeit von MAUKER und MEHME, die zur Frage akustisches Trauma oder Schwerhörigkeit

durch Summation der Schallbelastung als Berufskrankheit ausführlich Stellung nehmen.

Der Lärmschaden der Webereiarbeiter wurde dagegen erst 1925 erwähnt. Nach einer Frequenz- und Intensitätsanalyse, die COSTINESCU, ITICOVICI und MACARIE in diesen Betrieben vornahmen, umfaßte der Lärm die Frequenzen von 400 - 9000 Hz, wobei noch Bodenschwingungen hinzukommen. In Betrieben mit einem Lärm von über 105 Phon waren fast alle Arbeiter von einer Schallempfindungsstörung befallen. Die Anzahl solcher Betriebe, die die zulässige Lärmgrenze für das Innenohr überschreiten, läßt sich beliebig fortsetzen.

DIEROFF erbrachte anhand von 1850 audiometrisch untersuchten Irdenarbeitern den Beweis, daß kurzzeitige Energiespitzen, häufig durch Schlagimpulse erzeugt, schädlicher sind als gleichmäßiger Lärm. Die höheren Frequenzen gelten übereinstimmend als die schädlicheren. Anfügen möchte ich ein Ergebnis von SHAPIRO, der bei sechs Industriearbeitern mit Gemeinsamkeiten in Auslösung und Art der Schädigung in übereinstimmenden Voraussetzungen nach kurzzeitiger hochgradiger Lärmeinwirkung eine Innenohrstörung fand. Keiner der Patienten befand sich, abgesehen von dem der Störung zugrundeliegenden Tätigkeitsraum, 1 1/2 - 8 Tage in beruflicher Lärmexpedition. Das Höchstalter war 43 Jahre.

Genau so wichtig wie die Angaben über die Lautstärke und Lautheit des Schalles sind solche über die Frequenz. Bei einem Ton handelt es sich bekanntlich um einfache Sinusschwingungen, die in einem Bereich von 16 - 21000 Hz vom menschlichen Ohr wahrgenommen werden. Die Frequenzanalyse kann durch Berechnung nach FOUKIER erfolgen (näheres in einem gesonderten Absatz). Nennen wir als Beispiel das Geräusch eines Düsenflugzeugs. Die Düsenantriebe stellen Lärmquellen besonders großer Intensität dar. Es wurde Lärm von 100 DIN-phon gemessen. Das Geräusch eines Düsenflugzeugs unterscheidet sich nicht nur durch die Intensität, sondern auch durch die Frequenzzusammensetzung von dem der Propellermaschine; ich erinnere an die Ergebnisse von HUSTIN. Das Spektrum enthält zwei Reintonkomponenten. Die eine liegt bei 850 Hz (Propeller) und die andere bei 4150 Hz (Turbine). Beide liegen in ihrer Intensität 20 - 30 dB über dem allgemeinen Geräuschpegel. Besonders gefährlich ist die Frequenz von 850 Hz, da ihre Intensität die größte ist (KOTTMAYER). Das Propellerflugzeug zeigt ein Spektrum mit einer Geräuschspitze bis 500 Hz, die zahnärztliche Turbine liegt ungefähr bei 6000 Hz.

e) Die Wirkung des Lärms auf das Ohr

Bei dieser Betrachtung stellt man natürlich sofort die Frage, ob es eine "Lärmgewöhnung" gibt. JANSSEN verneint sie. OPP-LIGER und GRANDJEAN bestätigen sie anhand von vegetativen Reaktionen durch plethysmographische Bestimmung des Handvolumens. Gleiches fanden LEHMANN und Mitarbeiter in einer Verengung der peripheren Hautgefäße, die sich in einer Verminderung der Vollamplitude des Pulses manifestiert. KAUFMANN,

BENSIMON, RADJAVI haben die Gefäßreaktion als Folge von kurzem - schrille Pfiſſe - und anhaltendem Geräusch verschiedener Tonart untersucht. So haben der Pfeif-Stress und die langdauernde Gehörreizung gleiche Modifikation, letztere nur noch ausgeprägter. Sie unterscheiden sich nur in der längeren Erholzeit.

LEHMANN zeigte, daß neben der Lautstärke die Breite des Geräuschbandes eine erhebliche Rolle spielt. Die Frequenz wiederum hat auf die Stärke der vegetativen Reaktion keinen Einfluß. Eine Gewöhnung kann nur im Psychischen eintreten; man bekommt von Lärmarbeitern häufig die Antwort: "Wir haben uns daran gewöhnt". Folgen einer psychischen Gewöhnung werden naturgemäß aber immer die eben beschriebenen vegetativen Reaktionen sein.

Nach diesen Betrachtungen stellt man sich die Frage: Wie reagieren Männer und Frauen auf Lärm? Gibt es einen Unterschied bzw. ist die eine Gruppe "lärmfester"? Diese Bezeichnung wurde von SCHUBERT für die Widerstandsfähigkeit gegen die Beanspruchung der Ohren durch Lärm vorgeschlagen.

DIEROFF berichtet über audiometrische Untersuchungen von 181 Frauen und 135 Männern. Die Frauen zeigten eine größere Lärmfestigkeit. Interessant ist in diesem Zusammenhang der Gedanke, ob die gleichen Faktoren, die für die größere Lärmfestigkeit eine Rolle spielen, auch für die geringere Altersschwerhörigkeit der Frauen verantwortlich sind. Wie bekannt, läßt mit zunehmendem Alter die Hörfähigkeit zuerst allmählich, vom Betroffenen anfangs nicht bemerkt, nach. Von allen Organen ist es das Ohr, bei dem die physiologischen Alterserscheinungen am frühesten beginnen. LANGENBECK gibt als ungefähren Zeitpunkt das 50. Lebensjahr an. FRECHER ist geneigt, den Beginn schon früher anzusetzen. Die schwierige Aufgabe, altersbedingte und lärmbedingte Schwerhörigkeitskomponenten voneinander zu trennen, haben sich GLORIG und DAVIS gestellt, und zwar anhand einer großen Zahl untersuchter Patienten. Es waren 328 Personen, die in zwei Gruppen aufgeteilt wurden.

1. Gruppe: War keinem Lärm ausgesetzt,
2. Gruppe: Ältere Menschen, die grundsätzlich durch Lärm geschädigt sind.

Die Ergebnisse zeitigten durchschnittliche Abweichungen in den Frequenzen von 500 - 4000 Hz, analog 5 - 40 dB. Die Autoren folgerten, daß es sich bei der im oberen Frequenzbereich gelegenen Komponente der Altersschwerhörigkeit um eine "konduktiv"-Schwerhörigkeit handelt. Nach Unterscheidung verschiedener Formen der Schwerhörigkeit heben GLORIG und DAVIS besonders hervor, daß die lärmbedingte Schwerhörigkeit sensorisch-neuraler Natur ist. MOLLICA gibt an, daß der Vorgang des physiologischen Alterns und die Einwirkung des akustischen Traumas sich summieren, ohne sich jedoch gegenseitig zu beeinflussen. BOTSFOND teilt die Ansicht mit, daß berufsbedingter Lärm über 84 dB die Wahrscheinlichkeit einer Hörverschlechterung um diese Zahl erhöht, welche einer Hörminderung pro Lebensjahr ohne Lärmeinwirkung entspräche. Berufsbedingter Lärm unter 84 dB würde keine Hörminderung verursachen.

Daß im Alter die Widerstands- und Erholungsfähigkeit des Nervus cochlearis geringer ist als bei jüngeren Menschen, haben die Japaner TAMURA und KUSHIDA in einer Versuchsreihe festgestellt. Ferner bringt ihr Ergebnis, daß für das Zustandekommen größerer Hörschädigungen hohe Energiespitzen trotz kurzer Belastungszeiten infrage kommen. Dies deckt sich wiederum mit den schon beschriebenen Ergebnissen von DIEROFF und steht in direktem Zusammenhang mit meinen eigenen Untersuchungen. SCHUBERT führt das Zunehmen der Ermüdung bzw. Adaptation mit zunehmendem Alter auf Durchblutungs- und celluläre Vorgänge zurück. KUP gibt 35 Jahre als Grenzzahl an; dann soll das Ohr empfindlicher einer Lärmexposition gegenüber sein und schneller einen irreversiblen Hörschaden erleiden.

Bei einer Hörminderung bis 30 dB haben JATHO und HECK noch keine Trübung des Sprachverständnisses bei Jugendlichen festgestellt. Damit bestätigen sie die von LANGENBECK angegebene 30-dB-Grenze. Der junge Mensch verfügt ferner über größere Reserven für das Sprachverständnis als der ältere, bei dem die Sprachreserve immer geringer wird und ein leichter Innenohrschaden das Sprachfeld unangenehm verringern kann. Das Sprachfeld im allgemeinen unterteilt LANGENBECK in ein Sprachgehör und ein Sprachverständnis. Ich zitiere: Beim Sprachverständnis spielen neben dem Sprachgehör noch Intelligenz, Kombinationsgabe und Situationsverständnis eine ausschlaggebende Rolle. KURZNIARZ und andere Autoren haben die bisherige Ansicht, daß nur die Töne unterhalb 2000 Hz für das Verstehen der Sprache von Bedeutung sind, widerlegt. Durch ihre Untersuchungen haben sie erfahren, daß auch die Frequenzbänder oberhalb 2000 - 4000 Hz für das Verstehen der Sprache einen realen Wert haben.

Abschließen möchte ich dieses Thema mit der Frage: Wie stellt man nun fest, ob eine Altersschwerhörigkeit oder ein (einseitiges) akustisches Trauma vorliegt? Hierzu gibt das LANGENBECK'sche Symmetriegesetz Sicherheit in der Diagnosefindung. Demnach schreitet die Altersschwerhörigkeit auf beiden Ohren gleichmäßig fort. Je höher das Alter, umso mehr nehmen die Kurven einen Verlauf, der eine ansteigende Frequenz progressiver zunehmender Hörminderung ausdrückt und den cochleobasalen Typ (LANGENBECK) darstellt.

Vielfältig sind die vasculären Erkrankungen verschiedener Regionen in ihrer pathologischen Wirkung auf das Hörorgan. KAINER fand häufig bei Hypotonikern und Patienten mit anderen

Gefäßerkrankungen im Bereich des zentralen Nervensystems eine Diskrepanz zwischen Ton- und Sprachgehör, und zwar war das Hörvermögen für Flüstersprache im Vergleich zum Tongehör (Stimmgabel und Audiometer) stark herabgesetzt. Der Verfasser deutet diese Beobachtung als Zeichen einer Rindenstörung. SEGAL berichtete anhand von vier Beispielen über eine plötzlich auftretende einseitige Perzeptionsschwerhörigkeit, für die vasculäre Ursachen in Betracht kommen. TETU, PRUSKAUER-APOSTOL, APOSTOL führen als Beweis, ob eine vasculäre Genese bei ein- oder doppelseitiger Perzeptionsschwerhörigkeit vorlag, einen Erfolg durch eine entsprechende vasculäre Therapie an.

Neben der Gruppe vasculär bedingter zentraler Hörstörungen spielen die Tumoren verschiedener Gewebezugehörigkeit keine geringere Rolle. Die Gehörstörung liegt überwiegend auf der Tumorseite. HATTORI fand nur in 2 Fällen von 100 eine kontralaterale Hörstörung. Der mittel- oder hochgradige Hörverlust wird entweder durch direkte Einwirkung des Tumors auf den Nervenstamm des Acusticus oder dessen aufsteigende Bahnen ausgelöst, oder er entsteht durch Fernwirkung. Die Fernwirkung wird bei Verlagerung des Hirnstammes und Druck gegen das Kleinhirnzell beobachtet. Um cerebrale Hörstörungen diagnostisch zu erfassen, wurden von GOODMAN, KING, RUCKES und MATZGER spezielle sprachaudiometrische Untersuchungsmethoden angegeben. MATZGER unternahm den Versuch, den Stand der Diagnostik cerebraler Hörstörungen zu umreißen.

Schwer wird es immer sein, die echte Entzündung des Nervus statoacusticus von einer zentralen Hörstörung zu differenzieren. GOSZ-TONYI beschreibt einen Fall, wo erst die histologische Untersuchung ergab, daß eine echte Neuritis vorlag. Der eingehend beschriebene Befund gibt Auskunft darüber, wie weit der Weg zur endgültigen Diagnose war. Inwieweit die Leber mit Innenohrstörungen in Relation gebracht werden kann, beschreiben MOTA, BARBION, CERONI und FUZZI, nach deren Beobachtungen eine subakut oder akut verlaufende Lebererkrankung

keine Hörschädigung auslösen soll. Bei chronischem, auch leichterem Verlauf wurden 89% bilaterale symmetrische Hörschädigungen gefunden, und zwar in den Frequenzen von 2000 - 6000 Hz.

BOENNINGHAUS gibt den Hinweis, daß neben der Lärmeinwirkung auch eine Fehlbelastung der Halswirbelsäule mitspielen kann. DUNKER und OPITZ sind ebenfalls dieser Ansicht und halten HWS-Syndrom und Turbinenlärm als Noxe für einen Teil der Hörschädigungen bei Zahnärzten für gegeben. Den Einfluß von cervikalen Wurzelausrissen auf den Hör- und Gleichgewichtsapparat beschreiben DECHER, ROHR und UNTERHARNSCHIEDT, wenn diese Wurzelausrisse hauptsächlich Fasern von C 5 - Th 1 betreffen.

Schädigungsmöglichkeiten durch Infektionskrankheiten sind ebenfalls gegeben. So kann die Lues congenita tarda eine Hörschädigung bis zur Taubheit herbeiführen. LE HENAFF weist auf 3 Fälle hin. RAMADIER zufolge verursacht die Lues hereditaria tarda eine Osteoperiostitis. MAYER und FRÄRSER konnten Veränderungen am Mittel- und Innenohr sowie am Hörnerven nachweisen. WAGEMANN beschreibt anhand von 6 Fällen Hörschwankungen bei der Innenohr-Lues. Das Schwellengehör zeigt einen zum oberen Frequenzbereich verschobenen Kurvengipfel und stellt einen cochleo-apikalen bzw. pancochlearen Typ nach LANGENBECK dar.

Das Sprichwort "Hier ein Vorteil, dort ein Nachteil" läßt sich auf die durch Medikamente und andere Stoffe hervorgerufene toxische Schädigung des Gehörorgans anwenden. Die nach Einnahme bestimmter Gifte auftretende Schädigung (Arsen, Phosphor, Blei, Quecksilber) wurde auf eine Stauung und Blutung im Innenohr zurückgeführt. WITTMACK stellte Veränderungen im Nervengewebe fest. SEIFERT konnte im Tierversuch keine Nervenschädigung feststellen, fand aber Veränderungen an den kleinsten Hirngefäßen. Dem therapeutischen Wert, die die Medikamente Streptomycin, Kanamycin, Dihydrostreptomycin besitzen, steht die hörschädigende Wirkung gegenüber. MISRAHY,

SPRADLEY, DIZINORIC und BROOKS machen dafür eine erhöhte Diffusion durch die Basilarmembran und eine Störung im elektrolytischen Gemisch an den Nervenenden der mechanischen Rezeptoren verantwortlich. RUEDI wies an streptomycingeschädigten Meerschweinchen ein intaktes Mittel- und Innenohr nach, Veränderungen an Nervenstämmen, am Nucleus Deiter und Triangularis, fand jedoch eine Verkleinerung der einzelnen Ganglienzellen mit Kernpyknose und Gliaknötchen.

Ferner ist der Toxitätsgrad eng mit der Funktionsfähigkeit der Nieren verbunden. Die Ausscheidung soll, wie KRAHL angibt, vorwiegend über die Nieren erfolgen. Bei Nierenstörungen kommt es zu einer Kumulation und damit zu einer gefährlichen Serumkonzentration des Antibioticums. Deshalb können selbst kleinste Dosen schwere Schäden hervorrufen. Nach neueren Angaben, die von HOLZ, STANGE, SODA und BECK gemacht werden, soll die Ototoxizität des Streptomycinsulfats durch Ozothin fast vollständig aufgehoben sein. Eine Einschränkung der bakterio-statischen Wirkung des Streptomycins unter gleichzeitiger Einwirkung des Ozothins war nicht festzustellen. Ganz im Gegensatz zu diesem Ergebnis stehen die Angaben von BRUN. Demzufolge ist das Ozothin nicht in der Lage, die Toxizität des Kanamycins herabzusetzen. Es konnte kein signifikanter Unterschied mit und ohne Ozothin festgestellt werden.

Zur Frage der Dosierung nimmt MAURER, gestützt auf eigene Untersuchungen nach Behandlung mehrerer Patienten mit Streptomycin, Stellung. So traten bei 22 Patienten Vestibularisschäden auf, beiderseitiger Ausfall bei 6 Patienten. Bei der Hälfte kehrte nach Absetzen von Streptomycin die Funktionsfähigkeit nach Monaten wieder. Ein Fall von Cochlearschwund erholte sich nach rechtzeitigem Absetzen des Medikaments. Die kritische Dosis wird zwischen 28,0 und 60,0 angegeben. A. OMSDEI-ZCARINI gibt für Kanamycin ein 40,0 g als kritisch an. Wesentlich ist die Verabfolgung; die kontinuierliche soll dreimal toxischer als die diskontinuierliche Gabe sein. HEILMEYER empfiehlt, die Dosis von 2 x 2 g pro Woche nicht zu überschreiten. So scheinen Alter, Nierenfunktion, vorge-schädigtes Hörorgan (LAUBACH), Tages-, Wochen-, Gesamtdosis fest verwoben zu sein.

Der festen Annahme von CAMPUS, PRAČIĆ und SUBOTIĆ, daß die durch Kanamycin, Streptomycin, Dihydrostreptomycin gesetzten Hörschäden irreversibel sind, steht als kleiner lichter Punkt das Ergebnis von VASALLA de MUMBERT gegenüber. Bei prognostisch günstigen Fällen ist nach 5- bis 9-monatiger Behandlung ein normales bis fast normales Gehör wiedergekommen. (Ausführliche Angaben würden den Rahmen dieser Arbeit sprengen)

Eine Arbeit soll nicht unerwähnt bleiben, leuchtet sie doch in das große Gebiet der Allergien hinein. MARTIN und GIGNOUX stellten bei 6 Frauen unterschiedlichen Alters nach Färben oder Entfärben der Haare eine Innenohrschwerhörigkeit wechselnden Grades, die in einem Fall bis zu einseitiger Taubheit führte, fest. Betroffen waren vor allem Töne im oberen Frequenzbereich.

Angeregt von einer Arbeit LEONOVA's, der Schwankungen des Hörvermögens bei normal verlaufender Schwangerschaft in den mittleren Frequenzen von 15 - 20 dB feststellte, die nach Beendigung der Schwangerschaft nicht mehr festzustellen waren, habe ich zwei Frauen audiometrisch kontrolliert. Auf das Ergebnis verweise ich im Hauptteil. Oft bekam ich von Patienten bei der audiometrischen Voruntersuchung gesagt: "wir hören in unserer Familie alle schlecht, es wird bestimmt vererbt sein." LANGENBECK gibt Auskunft, wie schwierig es ist, eine Schwerhörigkeit als "erblich" zu diagnostizieren. Nach seinen Beobachtungen läßt sich eine Hörsymmetrie an Normalfällen und erbbedingter Schwerhörigkeit unter der naheliegenden Annahme verstehen, daß für die Entwicklung sowohl des linken wie des rechten Ohres ein und dieselbe Erbanlage verantwortlich ist. Eventuelle Abweichungen von der Symmetrie bei Normalhörigen und erblich Schwerhörigen sind gewöhnlich durch äußere Schädigungen erworben. Bei etwa 10% bleibt die Frage offen, wann diese Schädigung eintrat.

Nach Untersuchungen von ALBRECHT und SCHWARZ haben von den erblichen Ohrenleiden die dominante progressive Innenohrschwerhörigkeit (dominant innerear deafness oder heredo-labyrinthine deafness) und die "sporadisch" monomerrecessive

Taubstummheit (congenital sporadic recessive deafness) eine ausreichende Abgrenzung in Symptomatik, Erbgang und pathologischer Anatomie erfahren.

Das akute akustische Trauma ist gekennzeichnet durch eine plötzliche, dauernde und ohne weitere Zunahme auftretende Erkrankung eines Ohres mit oder ohne Erscheinungen von seiten des Vestibularsystems. Die Einteilung des akustischen Traumas basiert auf der Klassifikation von RUEDI. Man unterscheidet die Hörschädigung durch Geräusche, Detonation und Explosion. MEYER ZUM GOTTEBERGE bejaht die Einteilung von RUEDI.

In physikalischer Hinsicht scheinen Knall- und Explosions-schaden die gleichen Grundlagen zu haben. Das Knall-trauma nähert sich dem Lärmschaden. Für beide Erkrankungen ist die c^5 -Senke typisch (MEYER ZUM GOTTEBERGE).

Beim Lärmtrauma sind hydrodynamische Vorgänge wie wanderwellen und Wirbel die Erregungen, die die Haarzellen und das Cortische Organ schädigen. Beim Explosionsstoß sind Zerstörungen an Mittel- und Innenohr deutlich.

Wie wir gesehen haben, steht die berufliche Schädigungsmöglichkeit doch sehr im Vordergrund. So haben PAULSCH, EICHNER und auch FLOTTROP einen gehörschädigenden Einfluß, der beim Laufen der zahnärztlichen Turbine entsteht, vermutet. Inwieweit eine schädigende Wirkung des Turbinenschalles auf das Hörorgan des Zahnarztes besteht, wurde von KELLER, OLK und OPITZ in einer an 120 Zahnärzten durchgeführten Reihenuntersuchung beschrieben. 89 untersuchte Zahnärzte hatten oberhalb von 2048 Hz einen deutlichen Hörverlust, der alle Altersgruppen umfaßte. Die durchschnittliche Einwirkungszeit wurde mit 2,8 Jahren angegeben. Zur Frage "akustischer Unfall" oder Berufskrankheit haben MAURER und MEHMKE ausführlich Stellung genommen. Sie haben den Nachweis erbracht, daß eine einmalige Lärmeinwirkung allein nicht zu einer irreversiblen Lärmschädigung führt. Es konnte das Vorliegen einer akustischen Schädigungskette wahrscheinlich gemacht werden, deren letztes Glied die zur Hörminderung führende Schallbelastung war. Aus diesem Grunde lehnen die Autoren den "akustischen Unfall" ab und schlagen stattdessen die Bezeichnung "akute

Hörstörung" bei einer besonderen Arbeitssituation mit Lärm-
einwirkung vor.

Die Lautstärkebewertung des Schalles ist nicht mit dem rein
physikalischen Maß der Schallintensität identisch, da die
Lautstärke ein subjektives Maß darstellt. Die Lautstärke ist
bei verschiedenen Frequenzen trotz gleicher Schallintensität
verschieden.

f) Schall und Gerausche

Zur physikalischen Definition des Schalls gehören genaue An-
gaben über die Amplitude und Frequenz. Die Amplitude wird
vom Physiker als Schalldruck in Mikrobar gemessen. Es ist
üblich, den gemessenen Schalldruckwert P auf den Druckwert
 $2 \cdot 10^{-4}$ Mikrobar für einen Ton von 1000 Hz auf die Hörschwel-
le des Menschen zu beziehen.

Schallpegelwerte werden in Dezibel nach der Formel

$$\text{Pegel} = 20 \log \frac{P}{2 \cdot 10^{-4}} \text{ dB}$$

angegeben, wobei P der gemessene Schalldruck und $2 \cdot 10^{-4}$
der der Hörschwelle für 1000 Hz entsprechende Schalldruck ist

Die Schalleindrücke, die durch das Ohr vermittelt werden,
unterscheiden sich ferner untereinander noch durch ihre sub-
jektive Tonhöhe und ihre Lautstärke, die den physikalischen
Eigenschaften des Schalles, der Frequenz und der Schallinten-
sität gegenüberstehen. Die Lautstärke des Schalles wird nicht
allein durch die Schallintensität bestimmt. Bei leisen Schall-
eindrücken hängt sie beinahe ebenso von der Frequenz wie von
der Intensität ab. Die Einheit der Lautstärke ist das Phon,
der Lautheit das son.

Die Basis in der Berechnung beider Systeme ist gleich:

$$10 \text{ g} = \frac{11 - 40}{30}.$$

Null Phon sind gleich null son.

Vergleichen wir Phon- und Soneskala, so steigt letztere erst
langsam, dann immer schneller an.

Man erhält folgende Werte:

40 Phon = 1 Son, 90 Phon = 40 Son, 100 Phon = 100 Son,
110 Phon = 214 Son.

Im Vergleich Phon und dB haben ROBINSON und DADSON die Phonskala, angepaßt dem Verlauf der Hörschwellenkurve, geschaffen. Danach sind im Bereich von 1000 - 2000 Hz Phon und Dezibel gleich.

Diese Kurven dienten für die Konstruktion von Lautstärkemessern. Die Werte gelten als DIN-phon. International ist diese Bezeichnung für Lärmmessungen nicht mehr zugelassen. Für Lärmmessungen gilt heute das physikalisch definierte Dezibelmaß unter Darlegung der verwendeten Frequenzbewertungskurve. Nach Richtlinien der ISO (Internationale Standardisierungs-Organisation) hat die IEC (Internationale Elektrotechnical Commission) drei Kurven ausgearbeitet: A, B und C, in denen neben der subjektiven Lautstärkeempfindung auch die aus dem Frequenzbereich abzuleitende Lärmbelastung und die zu erwartende Gehörschädigung bewertet sind. Die Lautstärkemessgeräte (sound level meter) geben den effektiven Schalldruck in "bewerteten" dB an. Keine Angaben werden über Frequenzspektrum und Frequenzbreite gemacht. Diese Werte müssen durch eine Frequenzanalyse erfaßt werden. Der Schallpegel wird in dB ohne Frequenzbewertungskurve für 8 Oktaven mit festgelegten Mittelfrequenzen von 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz bestimmt. Andere Verfahren, die von der ISO empfohlen werden, sind die von STEVENS in USA und ZWICKER in Deutschland.

Voruntersuchungen über die Abhängigkeit der Frequenz und Intensität von der Größe des Bohrkopfes

Das zahnärztliche Turbinen-Winkelstück

Vor Versuchsbeginn war es erforderlich, eine Frequenzanalyse des Geräusches der benutzten Turbinenbohrer durchzuführen. Nur so läßt sich feststellen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Punctum maximum der Schallintensität des Frequenzbandes der Turbine und der festgestellten Hörschädigung besteht.

Es handelt sich um ein Präzisions-Winkelstück, in dessen Kopf eine als Hohlachse ausgebildete kugelgelagerte Turbine mit Luftstrom angetrieben wird. Je nach Luftdruck, Luftmenge und Durchmesser des Bohrinstrumentes werden Geschwindigkeiten bis zu 360 000 N/min. erreicht.

Die Durchzugskraft steigt mit der Höhe der Umdrehungsgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeitsmessungen mit Borden-Airotor-Gerät bei einem Luftdruck von 2 atü und einer Luftmenge von ca. 27 Liter/min. ergaben folgende Werte:

360 000 N/min.	bei einem Meßstift von 1,6 mm Ø
320 000 " " " " "	" 2,0 mm Ø
280 000 " " " " "	" 2,5 mm Ø

Hieraus ergibt sich, daß die Verwendung von Bohr- und Schleifinstrumenten mit relativ kleinem Durchmesser vorteilhaft ist. Aus diesem Grunde besitzen die für das Winkelstück geschaffenen Hartmetallbohrer und Diamanten nur einen Schaftdurchmesser von 1,6 mm, die Schleif- und Bohrköpfe höchstens einen Durchmesser von 2,2 mm.

So sind also Umdrehungsgeschwindigkeit und "Pfeifton" der Turbine bei normalem Luftdruck und normaler Menge hauptsächlich von der Form und Größe des Bohrers abhängig.

Je größer der Bohrkopf, umso größer der Luftwiderstand und umso größer die Verminderung der Umdrehungszahl, die je nach Bohrgröße bis zu 150 000 betragen kann. Ferner spielt auch die Länge des Bohrers eine Rolle. Nach amerikanischen Angaben soll diese $3/4$ Zoll = 19,05 mm betragen (H. SCHWARZKOPF, H. RICE).

Der oben erwähnte unterschiedlich hohe Pfeifton wurde einer Frequenzanalyse unterzogen. Es wurden einige in der Praxis oft verwendete Bohrköpfe getestet.

b) Geräuschanalyse

Die für den Menschen hörbaren Frequenzen liegen zwischen 16-21000 Hz. Im Alter sinkt die obere Grenze schnell ab, so daß

sie mit 50 Jahren nur noch 13 000 Hz beträgt (GILDEMEISTER). V. BÉKÉSY konnte eine Schallwahrnehmung schon durch 4 Hz erzielen, wie auch die Frequenzen des Ultraschalls bei Knochenleitung bis 170 000 Hz zu einer Schallwahrnehmung führen können (KIETZ-KUNZE). Eine Frequenzanalyse kann man unter anderem mit folgenden Geräten vornehmen:

- 1.) Schmalbandanalysatoren
- 2.) Breitbandanalysatoren.

Zur Gruppe 1.) zählen Suchton- und Frequenztransponierungsgeräte, die durch Differenzbildung eine schmale Filterbreite zur Frequenzanzeige benutzen ($f^1 - f^2$). Dazu zählen auch alle einfachen Geräte, die auf dem Prinzip der Anzeigenversteile- rung durch Rückkopplung beruhen.

In der zweiten Gruppe sind solche Geräte, die in Form der Oktavsieb- und der Terzanalyse arbeiten.

Die audiometrische Diagnostik gestattet es, bei der funktionellen Prüfung des Gehörs mit definierten Geräuschen zu arbeiten. Diese Geräusche lassen eine exakte Angabe von Frequenzumfang und Intensität zu. Man arbeitet bei der Geräuschaudiometrie mit dem sogenannten "Rosa-Rauschen", das ein leicht verändertes weißes Rauschen zur gleichmäßigen Erregung der Basilarmembran ist. In der Akustik stellt das "weiße Rauschen" ein Gemisch aller Frequenzen von ca. 20 - 20 000 Hz in gleichmäßiger statistischer Verteilung dar. Diese Erzeugung geschieht elektronisch, indem man rauschende Bauelemente, das heißt Bauelemente verwendet, die auf irgendeine Weise statistisch Stromschwankungen aufweisen. Im Gegensatz dazu werden die in Industrie und Praxis bedingten Geräusche - man spricht dann von Lärm - von Maschinen erzeugt und abgestrahlt. Während bei der elektronischen Erzeugung das Rauschen durch einen Wandler, nämlich einen Lautsprecher, in akustisches Rauschen umgewandelt wird, erfolgt durch die Maschine eine direkte Anre-

gung der sie umgebenden Luft in Luftschwingungen, die sich infolge der Kompliziertheit des Geschehens als Geräusch darbieten. Bei rotierenden Maschinenteilen, so auch bei der verwendeten Zahnturbine, ergeben sich je nach Höhe und Drehzahl tonartige Frequenzanteile mit entsprechenden Obertonspektren.

Die Gesamtheit des von zum Beispiel einer Turbine abgestrahlten Frequenzgemisches stellt den uns unangenehmen Lärm dar. Dieser Lärm besteht also im Gegensatz zu den audiometrischen Schmalband- und Breitbandgeräuschen aus einem komplizierten Spektrum. Abgesehen von dem unregelmäßigen Spektrum ergeben sich, bedingt durch die Arbeitsweise der Maschinen während des Arbeitsablaufs, Intensitätsschwankungen. Für die Analyse wurde deshalb die Turbine bei gleicher Belastung betrieben bzw. im Leerlauf und damit gleichmäßige Geräuschausstrahlung erzielt.

Abbindung (1) zeigt die frequenzabhängig aufgenommenen Schallpegeldifferenzen bei Einsatz des Turbinenbohrers in der Mundhöhle. Durch den schnellen Papiervorschub des Pegelschreibers ergibt sich die aufgeschriebene Zickzackkurve. Die Lautstärkedifferenzen wurden dabei im Abstand von ca. 20 _ 30 cm gemessen und betrugen 80 - 85 DIN-phon. Die folgenden aufgenommenen Kurven gehen vom Leerlauf aus. Damit liegen auch die erzielten Drehzahlen in Richtung der oberen erreichbaren Grenze.

Der Einsatz verschiedener Bohrstücke, die sich in Form und Masse unterscheiden, weist infolge unterschiedlicher Anregung der umgebenden Luftsäule unterschiedliche Trägheit und differenzierte Frequenzspektren auf. Die Turbine wurde in ein Bodenstativ eingespannt.

Die folgenden frequenzanalytischen Untersuchungen zeigen das Schallspektrum mit seinen entsprechenden Anteilen in den Abschnitten von:

63 - 200 Hz, 200 - 630 Hz, 630 - 2000 Hz,
2000 - 6300 Hz, 6300 - 20 000 Hz.

Die Turbinen I und II weisen im Leerlauf vor allem Anteile im Gebiet von 5000 - 15 000 Hz auf (Abbildungen 2 und 3).

Bei Turbine I sind dazu deutlich die auf den Sektor bei 5000 Hz folgenden Obertongebiete von 12 000 Hz bzw. 18 000 Hz zu erkennen.

Der Aufsatz des kleinen Kegelbohrers auf Turbine II bedingt keine wesentliche Veränderung des Frequenzspektrums (Abbildung 4).

Bei Verwendung des großen Bohrers (rund) zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Frequenzen von 2000 - 6000 Hz (Abbildung 3).

Das Aufsetzen von "Kegel klein" (Abbildung 6) erzeugt wiederum hauptsächlich Frequenzen um 6000 Hz. Noch höhere Frequenzen werden mit dem ganz dünnen Diamantschleifer erzeugt. Sie liegen oberhalb von 10 000 Hz.

Betont sei, daß zum Unterschied zu normalen Arbeitsbedingungen hier das Hauptfrequenzspektrum infolge Leerlaufs stets relativ hoch liegt. Wenn man aber bedenkt, daß bei Belastung die Drehzahlen absinken (siv.), so dürften die im Audiogramm auftretenden c^6 -Senken sehr gut in Einklang mit den Schallanalysen stehen. Die Schallpegel sind dabei so hoch, daß sie die zulässige Lärm- bzw. Schädlichkeitsgrenze überschreiten (SLAVIN).

Diese Messungen betreffen den kugelgelagerten Turbinenkopf. V. ARENTSSCHILD und EICHNER haben in Gegenüberstellung von kugel- und luftgelagerten Turbinenköpfen durch exakte Schalldruckpegelmessungen geklärt, daß die Oktavbänder 4, 8 und 16 kHz, in denen bisher Schädigungen des Gehörs durch kugelgelagerte Turbinen festgestellt wurden, durch luftgelagerte Turbinen Verbesserungen in der Geräuschentwicklung aufweisen.

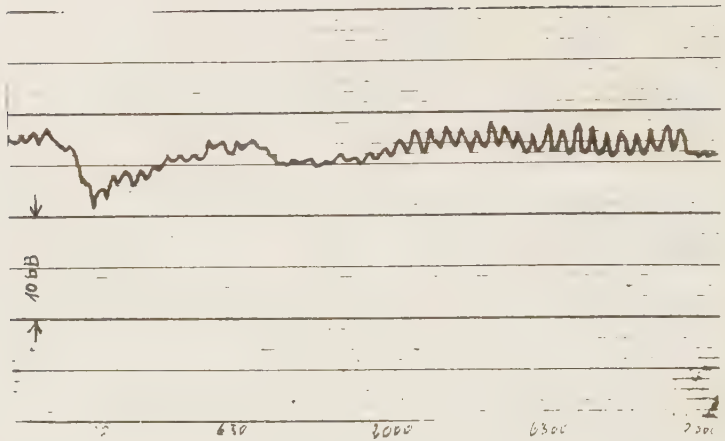


Abb. 1

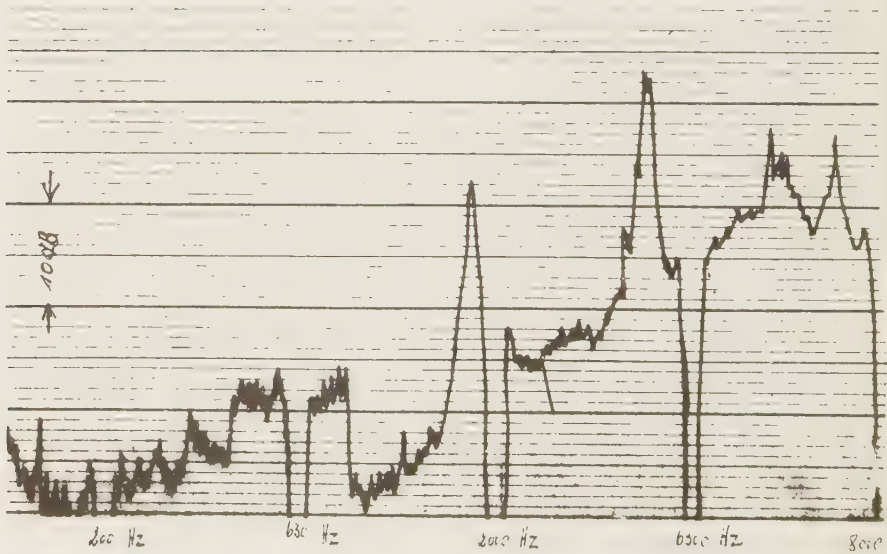


Abb. 2 Turbine I (Leerlauf)

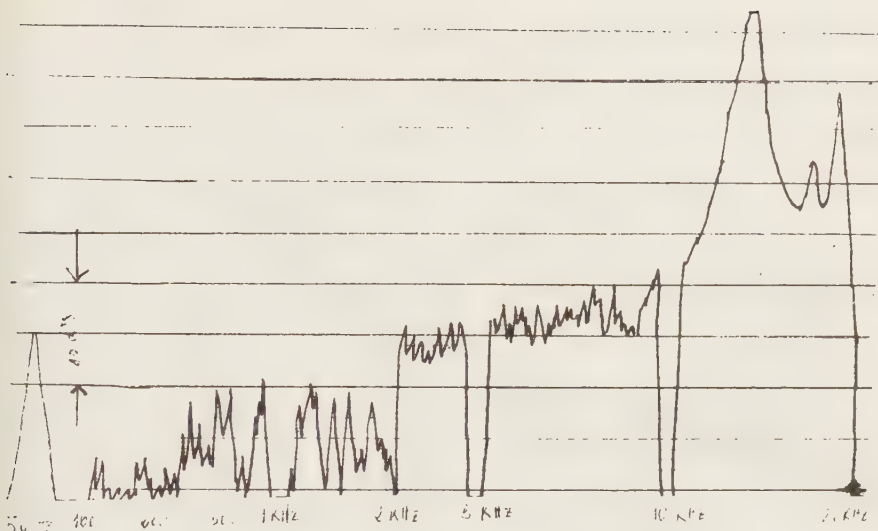


Abb.3 Turbine II (Leerlauf)

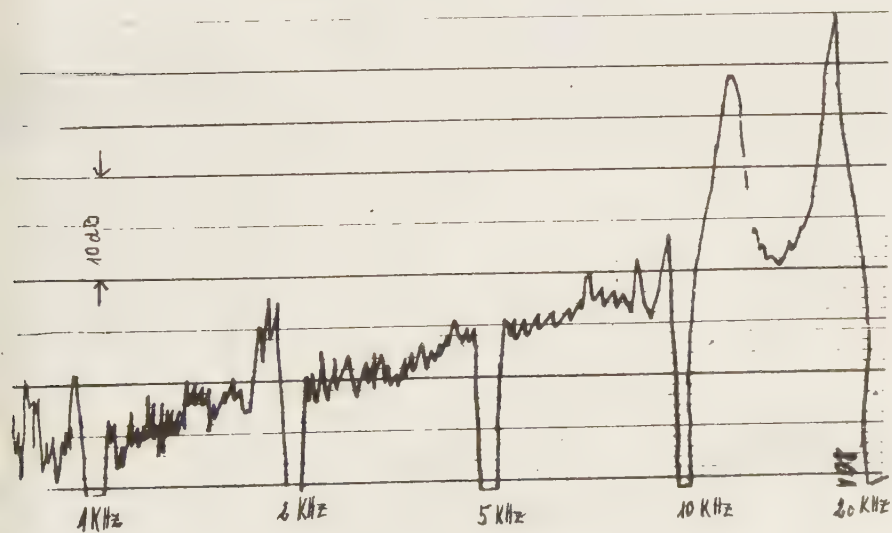


Abb.4

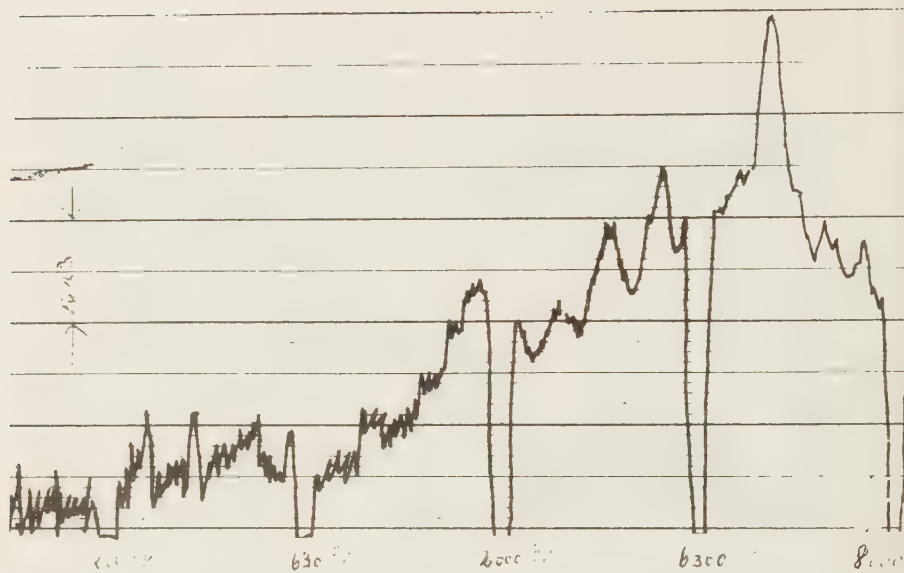


Abb. 5

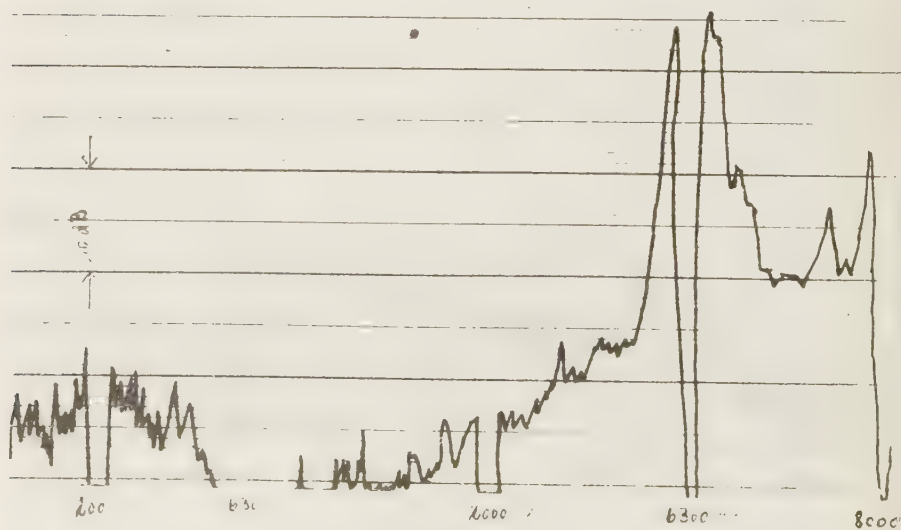


Abb. 6

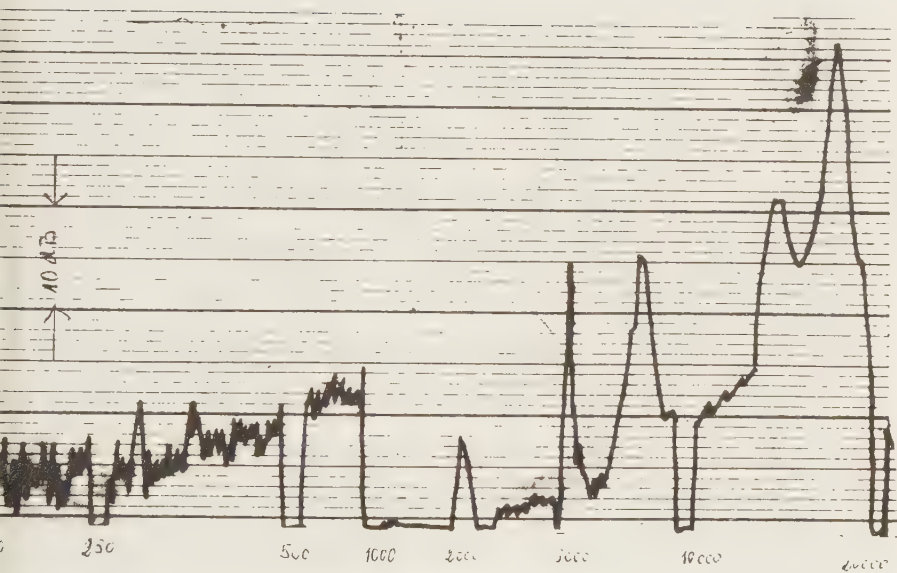


Abb. 7

Da für den Zahnarzt die Benutzung verschiedener Bohr- und Schleifaufsätze unerlässlich ist, erweist es sich als zweckmäßig, festzustellen, ob bei ein und demselben Probanden in der folgenden Versuchsreihe

1. Turbine 10 cm vom Ohr entfernt ohne Bohraufsatz,
2. Turbine 10 cm vom Ohr entfernt mit Bohraufsatz (mittelgroß, rund, 1,25 mm stark)

entsprechend den unterschiedlichen Betriebsbedingungen gleiche oder verschiedene Hörschwellenaudiogramme gemessen werden und evtl. eine Phase des Turbinenbohrens besonders gefährlich für das Gehör ist.

Der Versuch wurde an drei Patienten vorgenommen.

1. Versuch: Patientin G.K., 35 Jahre alt

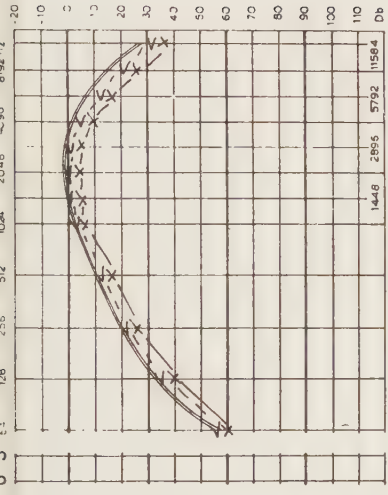
Die Anamnese ergab keinen Anhalt für vorangegangene Schall- oder Schädeltraumen, Hörstörungen oder Ohrerkrankungen irgendwelcher Art.

- 1.) Im Schwellenaudiogramm decken sich die Luftleitungs- und Knochenleitungskurven normal (Audiogrammkurve a).
- 2.) Nach drei Minuten Turbinenschallbelastung (Turbine ist 10 cm vom Ohr entfernt ohne Bohraufsatz):
Die Hörschwelle zeigt wie Audiogramm a) den gleichen Verlauf. Eine Abweichung ist nicht feststellbar (Audiogrammkurve b).

- 3.) Nach drei Minuten Turbinenschallbelastung (Entfernung der Turbine 10 cm vom Ohr mit 1,25 mm mittelgroßem, rundem Bohraufsatz):

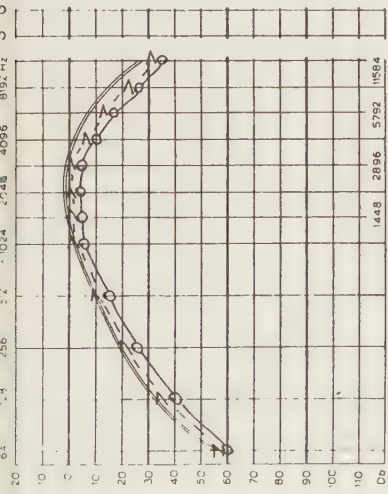
Auf dem rechten und linken Ohr zeigt sich der Kurvenverlauf ab f^5 gegenüber der Norm verschlechtert. Ebenfalls auf beiden Ohren ist eine c^6 -Senke deutlich erkennbar. Sie beträgt 10 dB. (Diese Schallempfindungsstörung im Bereich der höchsten Frequenzen muß auf eine durch den Bohraufsatz ausgelöste Intensitätsverschiebung zurückgeführt werden (Audiogrammkurve c).

Die Kontrolluntersuchung nach 15 Minuten zeigt auf beiden Ohren wieder einen völlig normalen Schwellenverlauf (Audiogrammkurve d).



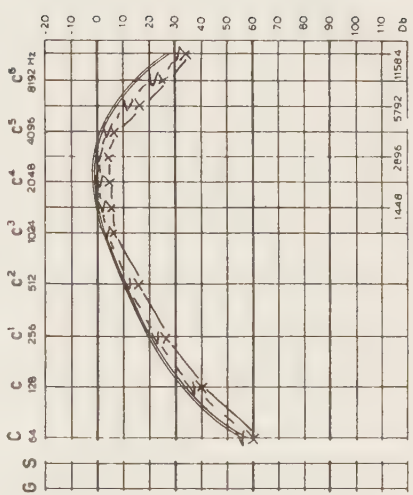
linkes Ohr

a.)



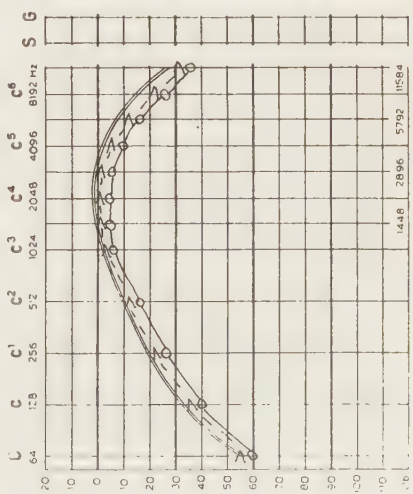
Rechtes Ohr

EM 110



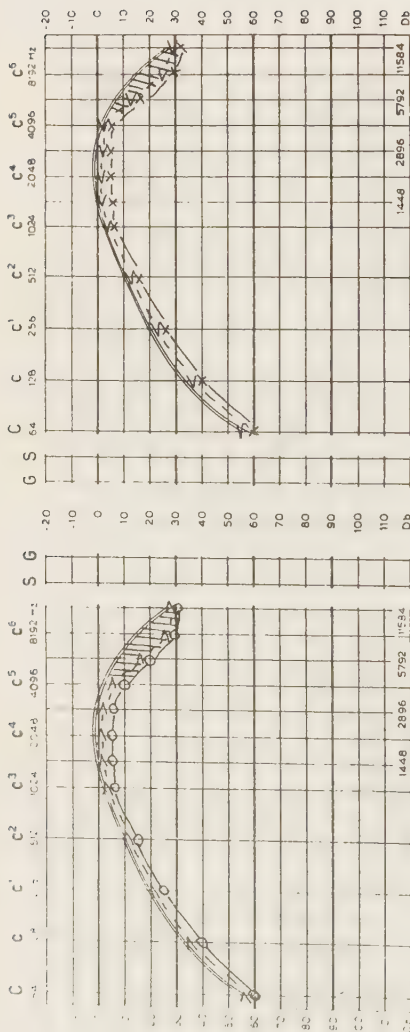
linkes Ohr

b.)

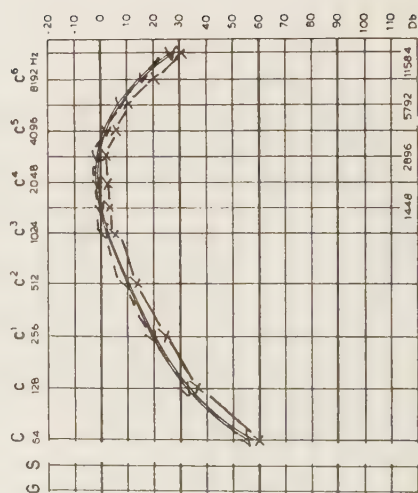


Rechtes Ohr

EM 110

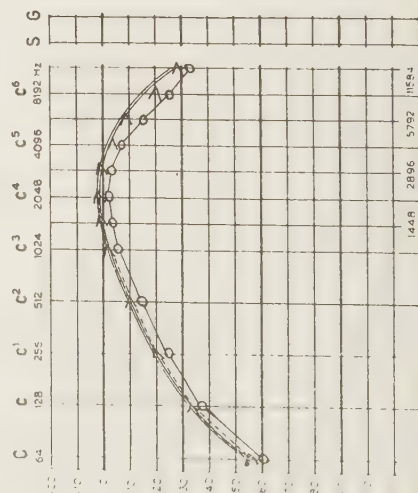


Linkes Ohr



Rechtes Ohr

11584



Rechtes Ohr

2. Versuch: Patientin M.H., 15 Jahre alt

In bezug auf Vorschäden ergab die Anamnese folgendes:
Die Patientin erlitt mit drei Jahren einen Schädelbasisbruch mit Commotio cerebri. Subjektive Hörminderung wird nicht angegeben. Im Schwellenaudiogramm zeigen die Knochen- und Luftleitung des rechten Ohres eine angedeutete Senke im Bereich um c^4 .

Im linken Ohr fallen die Luft- und Knochenleitungsschwellen zusammen und liegen im normalen Bereich (Audiogramm a).
Nach drei Minuten Turbinenschallbelastung (Entfernung zum Ohr 10 cm, Turbine ohne Bohraufsatz):
Die Knochen- und Luftleitungskurven sind unverändert und mit dem Audiogramm a) identisch (Audiogramm b).

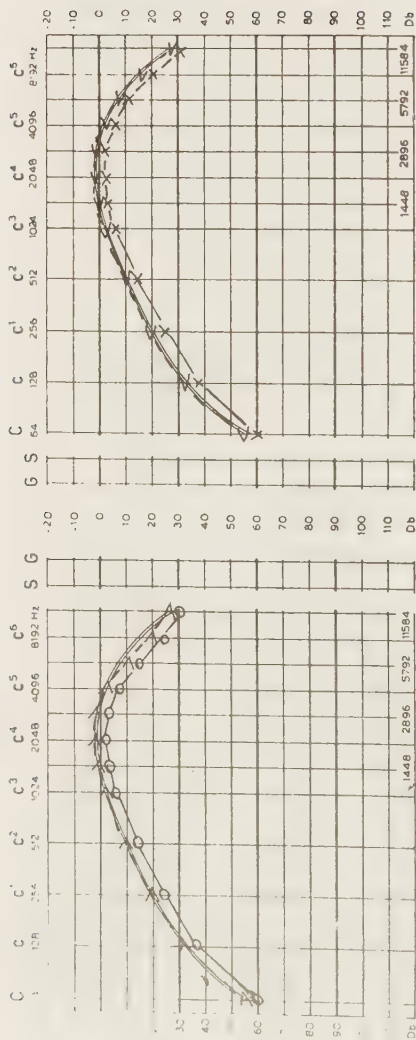
Nach drei Minuten Turbinenschallbelastung (Entfernung zum Ohr 10 cm, Turbine mit einem 1,35 mm mittelgroßen Bohraufsatz versehen):

Die im rechten Ohr angedeutete Senke im Bereich von c^4 ist um 10 dB vertieft. Im linken Ohr wurde jetzt ebenfalls bei fis^3 eine Senke festgestellt. Auf beiden Ohren ist eine c^6 -Senke um 10 dB deutlich (Audiogramm c).

Die Kontrolle nach 15 Minuten ergab ein Schwellenaudiogramm wie a) und wies keinerlei Rückstände auf (Audiogramm d).

Den beiden beschriebenen Fällen gemeinsam ist ein Hörverlust um durchschnittlich 10 dB bei c^6 . Das vorgeschädigte Gehör, durch die c^4 -Mulde erkennbar, hat genau wie das gesunde im c^5 -Bereich reagiert. Interessant ist, daß die c^4 -Mulde verstärkt wurde. Die Erklärung dafür, daß im Versuch 1) und 2) ohne Bohraufsatz kein Hörverlust auftrat, kann in der höheren Frequenzlage und der geringeren Intensität zu finden sein. Dieser kleine Nachweis läßt erkennen, daß die Frequenz und die Intensität von den verschiedenen Bohraufsätzen abhängig sind.

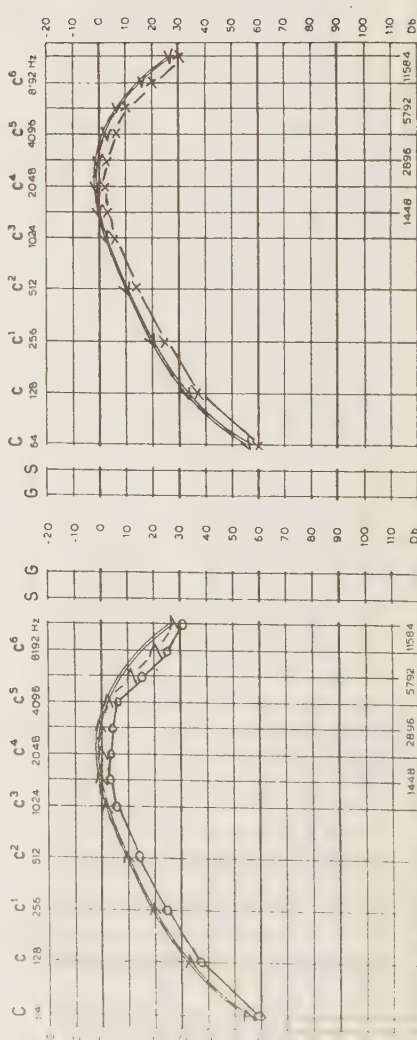
2. Versuch



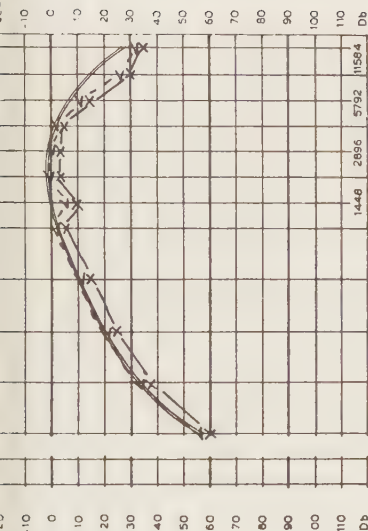
Rechtes Ohr

EM 10 - 210

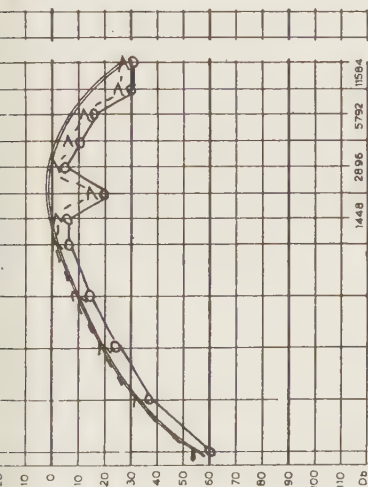
a.)



Linkes Ohr

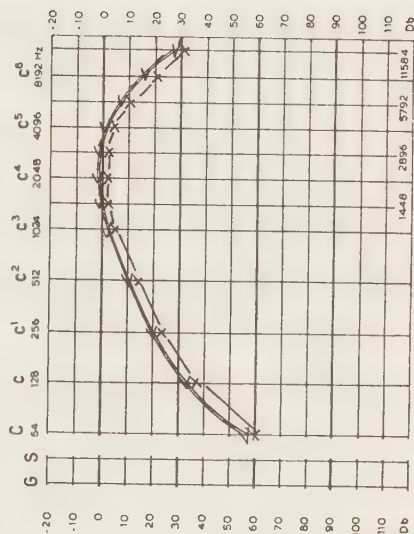


Linkes Ohr

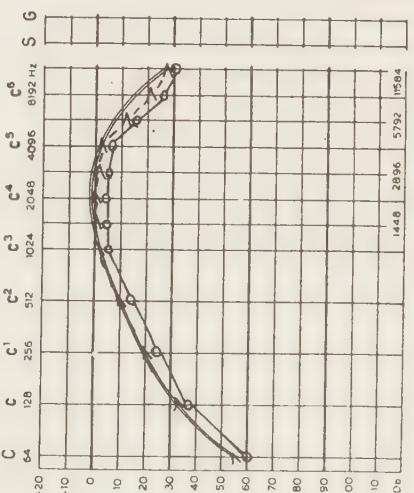


Rechtes Ohr

EM 40 - 210



Linkes Ohr



Rechtes Ohr

EM 40 - 210

3. Versuch: Patient H., J.O., 27 Jahre alt

Die Anamnese ergab auch in diesem Fall keinen Anhalt für Hörstörungen oder Ohrenerkrankungen irgendwelcher Art.

Versuchsanordnung: Turbinenschallbelastung drei Minuten mit Unterbrechung (kurzzeitige Energieispitzen).

1.): Schwellenaudiogramm vor dem Versuch (Audiogrammkurve a):

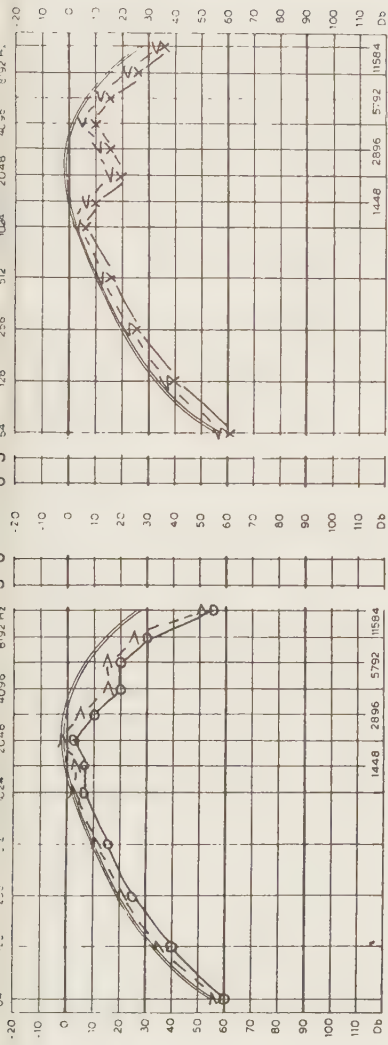
Das rechte Ohr zeigt bei fis^3 eine leichte Mulde, bei c^5 ist eine deutliche Senke vorhanden. Im linken Ohr ist nur im c^4 -Bereich eine ausgeprägte Senke deutlich.

2.): Die Turbine befindet sich im geöffneten Mundraum mit einem mittelgroßen runden Bohraufsatz (Audiogrammkurve b).

Rechtes Ohr: Bei diesem Versuch ist ein deutlicher Steilabfall ab fis^5 erkennbar. Er beträgt bei c^6 20 dB und bei fis^6 15 dB. Das linke Ohr weist ab fis^5 einen Steilabfall um 20 dB auf, bei c^6 um fast 30 dB und bei fis^6 um 20 dB.

3.): Die Turbine befindet sich im geschlossenen Mundraum, Bohraufsatz wie 2.). Die Hörschwelle zeigt den gleichen Verlauf wie Audiogramm a). Eine Abweichung ist nicht feststellbar. Am letzten Versuch ist erkennbar, daß doch ein erheblicher Intensitätsanteil über die Luftleitung verläuft. Eine gewisse Dämpfung durch das Gewebe kann ferner mitbestimmend sein für die besondere Hörkurve.

3. Versuch

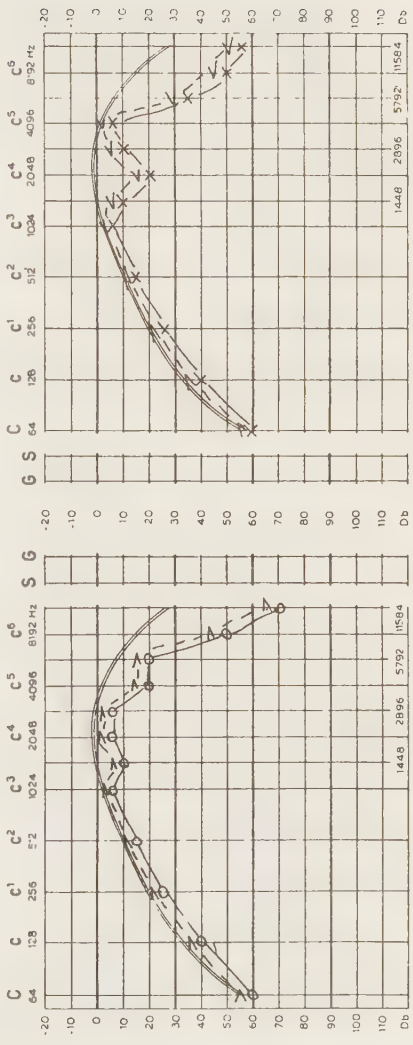


linkes Ohr

A. (vor der Turbinenbehandlung)

Rechtes Ohr

EM 40 - 210

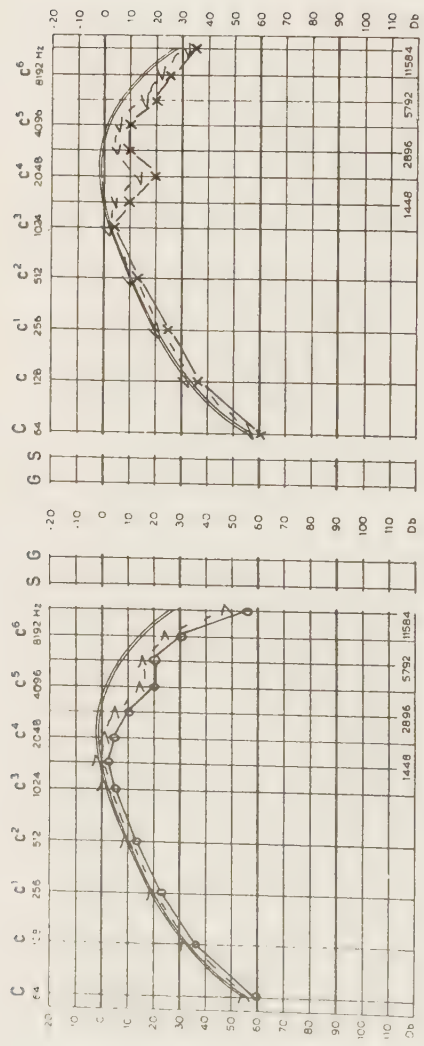


linkes Ohr

B. (mit geöffnetem Mund)

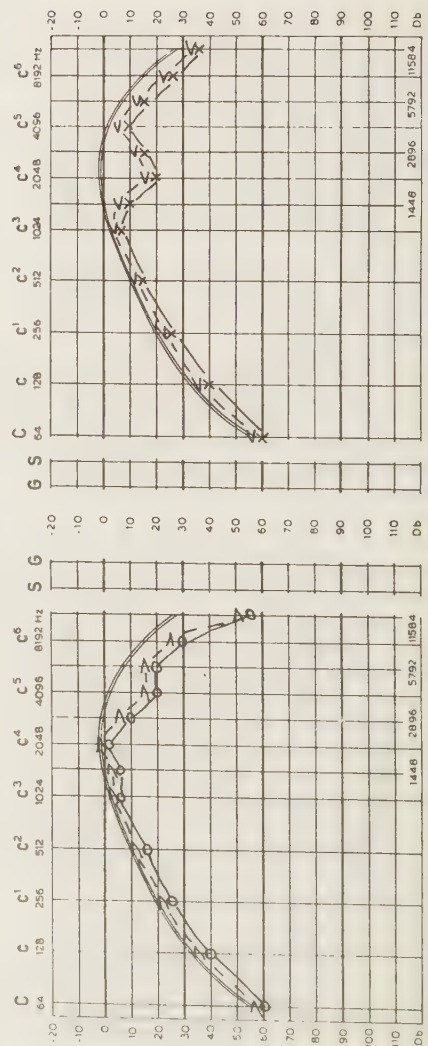
Rechtes Ohr

EM 40 - 210



Rechtes Ohr B. (mit geschlossenem Mund)

Linkes Ohr



Rechtes Ohr A. (nach 15 Minuten)

Linkes Ohr

Die Methodik der Hörschwellenauffindung

Die Prüfung des Gehörs wurde mit einem Atlas-Audiometer in der Praxis vorgenommen. Durch dicke Vorhänge und eine günstige, ruhige Lage des Untersuchungsraumes sind die tagsüber vorkommenden Geräusche für den Normalhörigen nicht wahrnehmbar, und somit wurden die von SCHUBERT in bezug auf den Untersuchungsraum geforderten Voraussetzungen erfüllt. Daß das Audiometer keine Unzulänglichkeiten aufweisen darf, wie von ARENTSSCHILD und FELSBAIT bei einer Überprüfung von 40 Audiometern festgestellt haben, ist Voraussetzung für einwandfreie Ergebnisse.

Geprüft wurden die Luft- und Knochenleitung.

Es sei noch auf einige psychophysische Faktoren hingewiesen, welche sich in allen audiometrischen Bestimmungen auswirken und die in Monographien von STEVENS, DAVIS oder HIRSCH niedergelegt sind.

Von äußeren Umständen, welche auf die Empfindung Einfluß haben, muß besonders der Zeitfaktor interessieren. Eine Empfindung klingt bisweilen nur langsam an; der Vorgang im Sinnesorgan tritt offenbar nicht sogleich in voller Stärke ein, sondern braucht Zeit. Ist die Reizdauer länger, so nimmt die Empfindungsstärke wieder ab, es tritt eine Ermüdung ein. LANGENBECK faßt die Hörermüdung als Erschöpfung des gesamten cochlearen Stoffwechsels auf. Es wäre also ein physiologisches Geschehen. Dauert die audiometrische Untersuchung länger, so wird der Patient unlustig, er verliert seine Aufgeschlossenheit gegenüber dem Experiment. Das ist der psychologische Begriff der Müdigkeit. Schließlich sei noch die Adaptation von der Hörermüdung zu trennen. Wie fein audiometrische Ergebnisse auf den Zeitfaktor reagieren, konnte HOOD zeigen, als er, das schnelle Einsetzen der Adaptation des Hörorgans berücksichtigend, bei einem Tonangebot von 0,3 sec bessere Schwellen maß. LANGENBECK nennt den Zustand der verzögerten Hörschwellenwiederkehr "Adaptationsrückstände" und unter-

scheidet zwischen normaler und pathologischer Adaptation. VAN DISHOCK unterscheidet bei jeder Lautstärke zwei Perioden: erstens die Sofortadaptation in einigen Millisekunden und zweitens die Spätadaptation nach vier Minuten bis zur vollständigen Entwicklung und auch wieder einige Minuten bis zur vollständigen Rückbildung. Diese Phase ist möglicherweise auf die Ausbildung eines chemischen Gleichgewichts (Acetylcholin) zurückzuführen. Ferner muß man die Einschwingzeit der Labyrinthflüssigkeit zur persönlichen Reaktionszeit addieren. Man fordert für Routineuntersuchungen die Mindestzeit von 1 sec Verweildauer bei jeder kritischen Intensitätsstufe.

Beachtet man alle diese Faktoren, so erhalten die ermittelten Hörkurven eine bessere Genauigkeit.

Vorübergehende Schwellenabwanderung

Der endgültigen Lärmschädigung gehen rückbildungsfähige Stadien voraus (MAURER, MEHMKE), die den bleibenden Hörverlusten gleichen. Diese sich wieder erholende Hörverschlechterung bezeichnet man im Englischen als "temporary threshold shift" (TTS). Ob es sich um eine Adaptation oder Hörermüdung handelt, ist nicht definiert. GALLAGHER und GOODWIN, RUEDI und FURRER stellten fest, daß das Maximum der vorübergehenden Schwellenabwanderung ebenso wie die irreversible Lärmschwerhörigkeit im Bereich 4 KHz erkennbar ist. MEYER ZUM GOTTESBERGE und LEHNHARDT haben nach Belastung mit Schmalbandgeräuschen festgestellt, daß das Maximum der TTS 1/2 Oktave oberhalb der oberen Grenzfrequenz gelegen ist, im Gegensatz zum weißen Breitbandrauschen. Die Schwellenabwanderung bei 4 KHz steht in fester Beziehung zur Frequenzbandbreite des Belastungsgeräusches. Ist das Geräusch breiter als eine Oktave, bleibt der Unterschied gering (WARD, GLORIG). Schmalere Bandgeräusche, z.B. in Breite einer Terz, bewirken eine größere Schwellenabwanderung als Breitbandgeräusche gleichen Schalldrucks (LOEB, FLETSCHER, HINCHELIFFE). SPIETH und TRITTIPOE haben eine 2:1-Hypothese geschaffen. Danach wäre die Dauer der Belastung für die Größe der nachfolgenden TTS doppelt so bedeutsam wie die Intensität des Belastungsgeräusches; man könnte also die Dauer der Exposition verdoppeln, wenn die Intensität um 6 dB, das heißt auf 1/4, gesenkt würde. Für breitbandige Geräusche oberhalb von 85 dB glauben WARD, GLORIG, SKLAR und NAKAMURA für die TTS bei 4 KHz (in dB) die Belastungszeit in einem logarithmischen linearen Verhältnis zum Belastungsschallpegel zu stehen.

Frage: Ist nun ein lärmgeschädigtes Ohr im Vergleich zum normalhörenden von einer geringeren oder größeren TTS betroffen? Tatsächlich ist die TTS bei einem lärmgeschädigten Ohr geringer (NIXON und GLORIG, SATALOFF, MENDUKE, HUGHES, FLETSCHER, LOEB).

Zusammenfassend darf man als erwiesen ansehen, daß eine endgültige Hörschädigung aus einer Summation von TTS (Schwellen-

abwanderungen) entsteht. Für die TTS und ihre Rückbildung gibt man eine Zeit von 2 Minuten an. Die ist abhängig von der Intensität und Dauer (Einwirkungszeit der Belastung). Es erfolgt eine schnellere Rückbildung bei großer Intensität und kurzer Einwirkungszeit und eine langsamere Rückbildung bei geringerer Intensität und längerer Belastungszeit (BELL, FAIRBANKS). Die Rückbildungsgeschwindigkeit ist für alle Frequenzen ungefähr gleich. Die Rückbildung erfolgt in dB linear dem Logarithmus der Zeit. WARD, GLOTTIG und SKLAR teilen mit, daß eine 20 dB TTS für ihre Rückbildung fast 500 Minuten benötigt, eine 10 dB TTS nur 30 Minuten.

Eigene Untersuchungsergebnisse der akuten Turbinenschall-
schädigung nach üblicher zahnärztlicher Turbinenbehandlung

Nach gründlicher Schulung in der Audiometrie und in der Bedienung des Audiometers wurden 144 Patienten, die in meine zahnärztliche Praxis zur Behandlung kamen, entsprechend der Themastellung von mir untersucht.

Dabei wurde folgender Untersuchungsvorgang genau eingehalten:

1. Erhebung der otologischen Vorgeschichte (im Bedarfsfall otologische Befunderhebung),
2. Anfertigung eines Schwellenaudiogramms
 - a) vor der Airotorbehandlung,
 - b) sofort nach der Airotorbehandlung,
 - c) nach 15 Minuten Readaptionszeit,
 - d) falls bei c) noch Hörverluste zu erkennen waren, Audiogrammkontrolle nach 8 Tagen.

Das Untersuchungsgut wurde zum besseren Vergleich entsprechend den Kurven für den physiologischen Altersabbau des Gehörs in Altersgruppen eingeteilt, 10 - 20 Jahre, 20 - 30 Jahre usw.

Die jeweilige Turbinenschallbelastung betrug 2 Minuten. Diese erfolgte nicht mittels Dauerton, sondern es wurde eine übliche Kavitätenpräparation vorgenommen. Bei solcher wird die Turbine mehrmals abgesetzt und wieder auf Touren gebracht. Es entstehen also kurzzeitige Energiespitzen (siehe Frequenzanalyse). PARTSCH hat im Gegensatz 6 jüngere ohrgesunde Personen einer einstündigen Schallbelastung mit pendelnden Frequenzen des Airotors ausgesetzt und nach dieser Hörverluste zwischen 1000 - 8000 Hz bis 15 dB festgestellt. Wie aus den folgenden Ergebnissen ersichtlich ist, sind die Hörverluste durch kurzzeitige Energiespitzen viel größer. Um eine gute Übersicht zu erhalten, wurde eine Aufteilung in Altersgruppen vorgenommen und jede nochmals in männlich und weiblich getrennt.

Nach dem Präparieren des Zahnes mittels der Turbine hatten 76 Patienten einen Hörverlust im Audiogramm, hiervon 53 auf beiden Ohren und 23 auf einem Ohr. Kein Hörverlust wurde bei 68 Patienten festgestellt (Tab. I).

I. Altersgruppe 10 - 20 Jahre:

Gesamtzahl der Fälle: 24

Ergebnisse: Männliche Gruppe (10 - 20 Jahre, Zahl 10)

Von der männlichen Gruppe haben drei Patienten eine Senke beidseitig, zwei eine Senke einseitig.

Bei der in der Tabelle als Gegenüber-Phänomen bezeichneten Spalte handelt es sich um folgende Feststellung:

Wenn man z.B. in der rechten Kieferhälfte eine Präparation vornimmt, die sofortige audiometrische Kontrolle einen Hörverlust des linken Ohres aufweist und rechts keine Senke oder eine wesentlich bessere Kurve im Audiogramm nachweisbar ist. Audiometrisch kontrolliert wurde zuerst immer das Ohr, bei dem die Präparation vorgenommen wurde (innerhalb von 10 Sekunden).

2 Patienten von 5 mit festgestellter Senke haben dieses Phänomen aufgewiesen.

Hinweisen möchte ich auf Messungen von CHOCHOLLE, der ähnliche Ergebnisse erhielt.

Die mit dem Atlas-Audiometer ermittelten Abweichungen betrugen bei 6 Patienten 10 - 20 dB, einer hatte mehr als 20 dB Hörverlust aufgewiesen.

5 hatten keine Senke in der Hörkurve.

Stellen wir die weibliche Gruppe gegenüber, so halten sich die Ergebnisse die Waage.

4 Patientinnen wiesen einen beidseitigen Hörverlust auf,

3 Patientinnen einen einseitigen,

2 Patientinnen hatten das Gegenüber-Phänomen,

7 Patientinnen keinen Hörverlust.

Einen wesentlichen Unterschied zur männlichen Gruppe ergibt aber der Hörverlust in dB. Ist bei der männlichen Gruppe hauptsächlich bis 20 dB maximaler Hörverlust in der Mehrzahl, so sind bei der weiblichen Gruppe über 20 dB Hörverlust überwiegend.

Bei 3 Patienten habe ich sogar 30 - 40 dB Hörverlust gemessen.

7 Patienten wiesen keinen Hörverlust auf.

2 Patienten waren in Gravidität und werden gesondert besprochen.

Bei allen ohrgesunden Patienten setzte eine sofortige Gehör-
erholung ein, und innerhalb von 15 Minuten war keine Senke
mehr vorhanden.

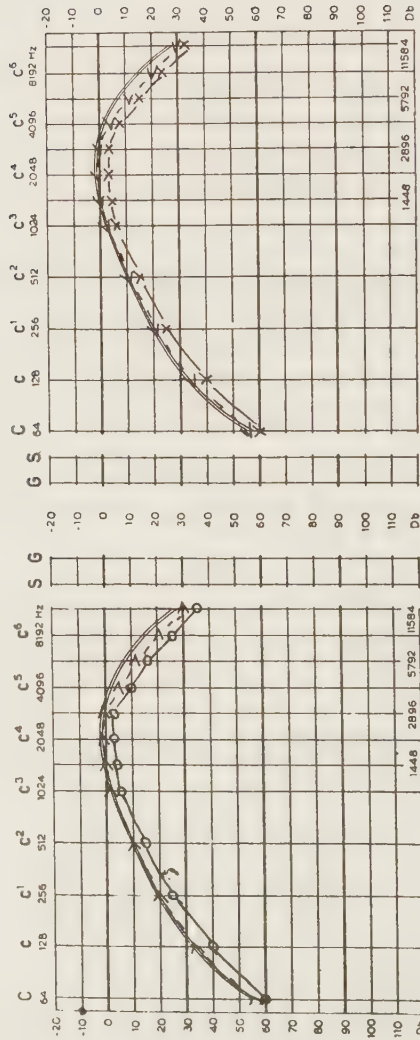
Eine Patientin mit durchgemachter Otitis media wies einen
Adaptationsrückstand auf. Nach 3 Stunden war aber auch in
diesem Fall die Hörkurve im Audiogramm mit der vor der Be-
lastung gemessenen identisch. Die nach 8 Tagen vorgenommene
audiometrische Kontrolle war ohne Befund.

Die Abbildung 1 gibt ein Beispiel eines Ohrgesunden und
die Abbildung 2 eines Patienten mit durchgemachter Otitis
media wieder.

Die 6 Fälle dieser Gruppe, die anamnestisch eine Ohren-
krankheit aufwiesen, zeigen gegenüber den Ohrgesunden keine
Besonderheiten auf.

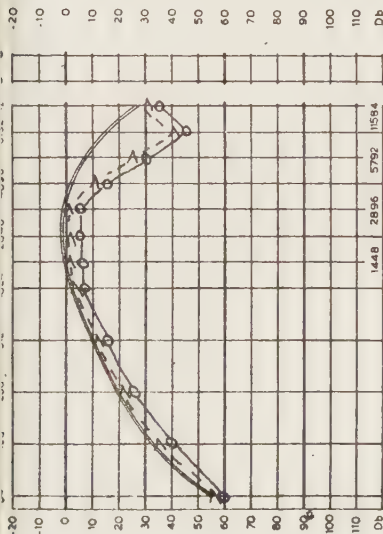
Dieses Ergebnis ist für alle Altersgruppen aussagend.

Abb. 1
OHRGESUNDE
(11.)
Patient: J., W. Turbinenschallbelastung 2 Minuten

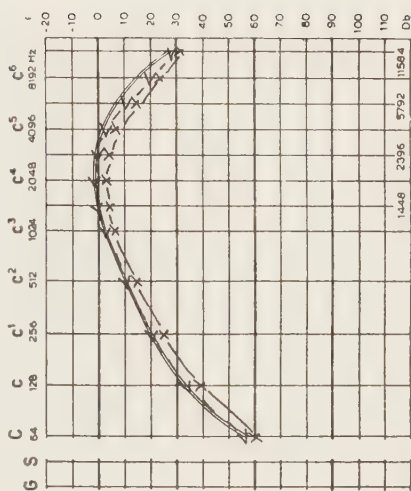


Rechtes Ohr a (vor der Turbinenbehandlung)

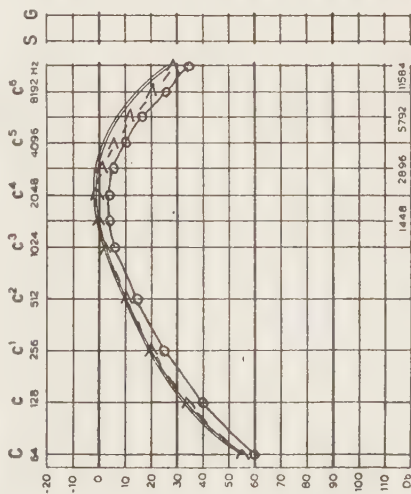
Linkes Ohr



Linkes Ohr



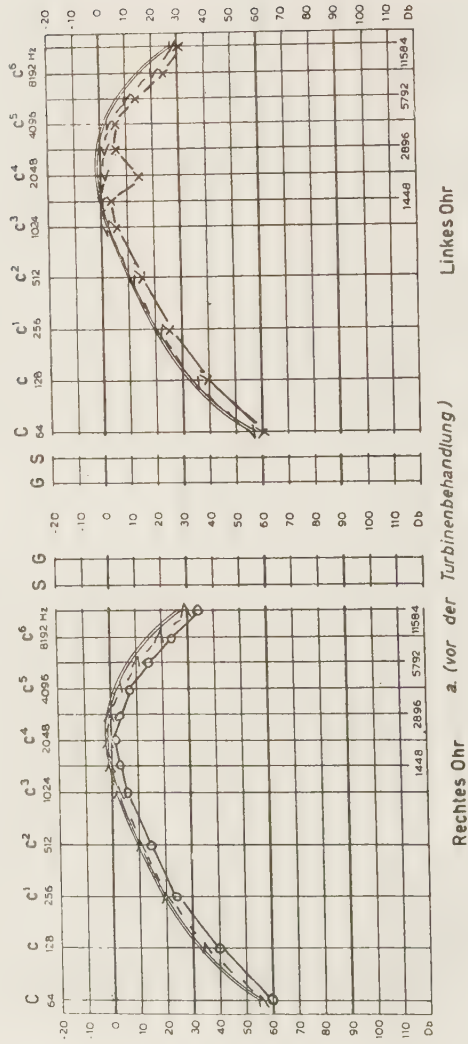
Linkes Ohr

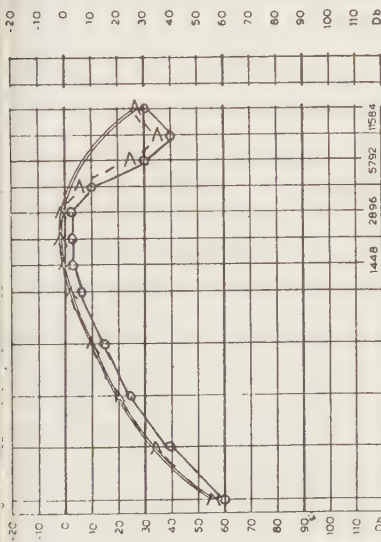
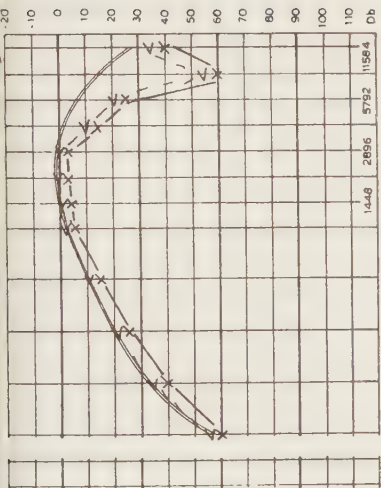


Rechts Ohr

c. (Kontrolle nach 8 Tagen)

Abb. 2
 OHRKRANKE
 Altersgruppe: 10-20 Jahre / Otitis media (11.)
 Patientin: W., M.



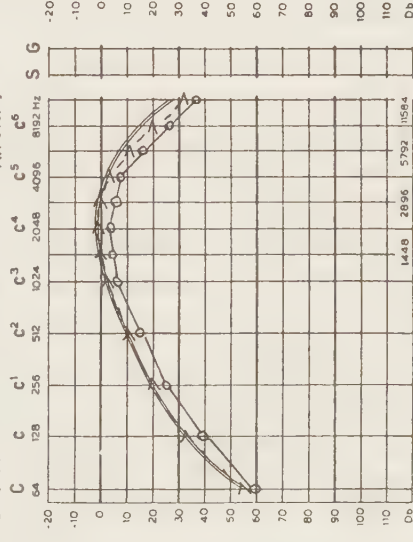
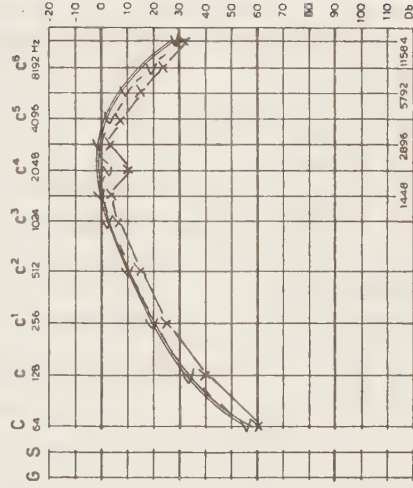


linkes Ohr

mit dem

Rechtes Ohr b. (nach der Behandlung mit dem Airotor)

EM 40 - 210



linkes Ohr

c. (Kontrolle nach 8 Tagen)

Rechtes Ohr

EM 40 - 210

Tabelle I

Altersgruppe 10 - 20 Jahre

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	10	14	24
Senke beidseitig	3	4	7
Senke einseitig	2	3	5
Gegenüber-Phänomen	2	2	
Ohrenkrankheiten	4	2	
Streptomycin behandelt		1	
Schwangerschaft		2	
Schwindel, Ohrensausen			
Lärmberuf	1		
Audiogramm, Senke in dB:			
10 - 20	6	3	
20 - 30	1	5	
30 - 40		3	
40 - 50			
50 - 60			
60 - 70			
Adaptation (sofort)	5	6	
Adaptationsrückstand		1	
Kontrolle nach 8 Tagen			
keine Hörkurvensenke	5	7	12
Commotio cerebri		2	
			24

II. Altersgruppe 20-30 Jahre:

Gesamtzahl der Fälle: 45

Ergebnisse: Männliche Gruppe (16):

7 Patienten wiesen einen beidseitigen, 3 einen einseitigen Hörverlust auf.

Bei 5 Patienten wurde das "Gegenüber-Phänomen" festgestellt (Tab.II).

Der Anteil der weiblichen Probanden ist bedeutend höher.

Bei 16 von 29 untersuchten Patientinnen war ein beidseitiger und nur bei 2 ein einseitiger Hörverlust feststellbar. Gemessen an der Gesamtzahl der Gruppe ist auch hier das Verhältnis zwischen männlich und weiblich ausgeglichen.

Ein Hörverlust von über 30 dB ist bei je 3 Patienten jeder Geschlechtszugehörigkeit aufgetreten.

Ein männlicher Patient hatte eine Abweichung von mehr als 50 dB. Keinen Hörverlust hatten 6 männliche und 11 weibliche Patienten. So kann man von einer besonders disponierten Gruppe nicht sprechen.

Ein Beispiel dieser Gruppe (kongenital) ist der Patient A, Abb. 3. Das Audiogramm vor der Turbinenbehandlung ergab nur rechts bei c^5 einen Hörverlust von 15 dB. Nach der Turbinenbehandlung wurde ein Steilabfall der Hörkurve von c^5 an und im $c^5 - fis^5$ -Bereich bis 30 dB festgestellt. Nach 15-20 Minuten wurde die normale, vorher gemessene Hörkurve wieder erreicht. Eine Kontrolle nach 8 Tagen erfolgte, um eine sichere Bestätigung zu erhalten.

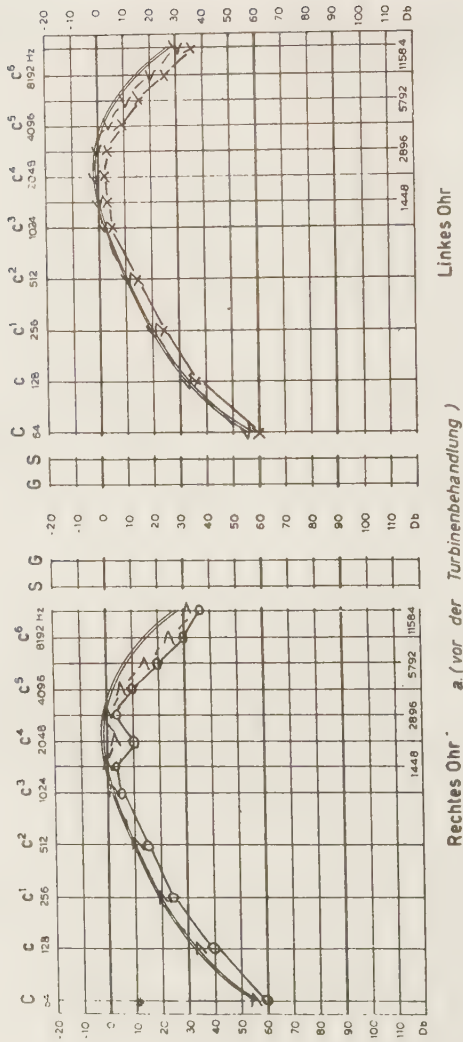
Patientin P.A. (Audiogrammkurven 4): Abb. 4

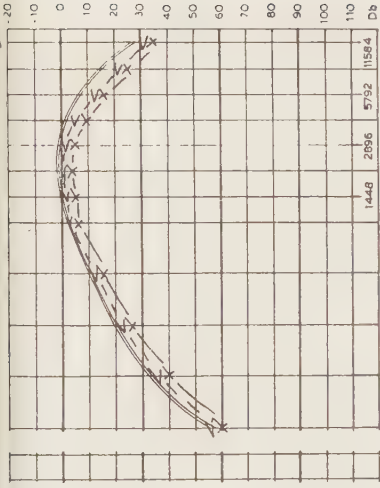
Atlasaudiogramm rechts ergab einen zunehmenden Hörverlust von c^5 an aufwärts. Links ließ die Luftleitungskurve bei c^5 auf ein akustisches Trauma schließen. Nach der Turbinenbehandlung waren auf beiden Ohren gleichzeitige Hörverluste um 10 dB feststellbar.

Patientin N., I. (Audiogrammkurven 5): Abb. 5

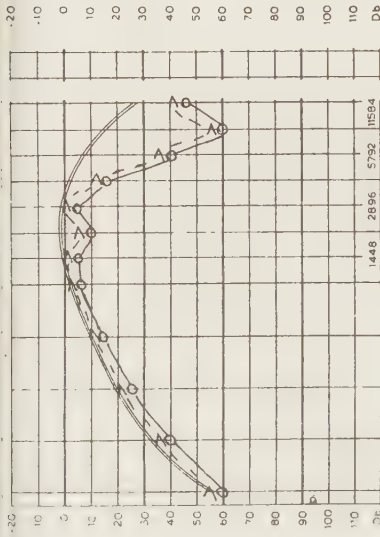
Nach durchgemachter beidseitiger Otitis media li. Schalleitungsstörung, gibt ein Beispiel von sofort einsetzender Adaptation.

Abb. 3
OHRGESUNDE
Patient: B.
Altersgruppe: 20-30 Jahre





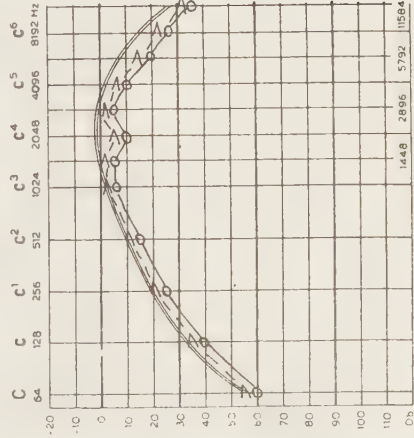
Linkes Ohr



Rechtes Ohr

b. (nach der Airdorbehandlung)

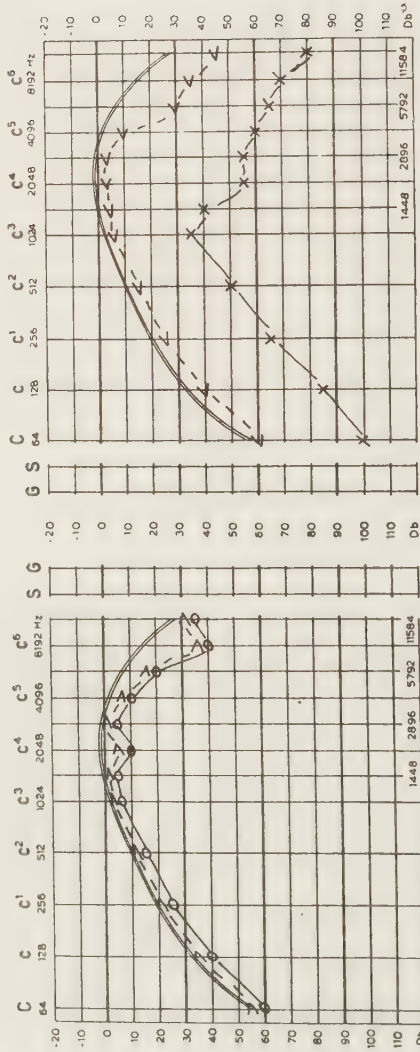
EM 40 - 210



Rechtes Ohr

Kontrolle nach 8 Tagen

Abb. 4
OHRKRANKE
Altersgruppe: 20-30 Jahre (li. Otitis media, Schalleitungsstörung)
Patientin: P.A.

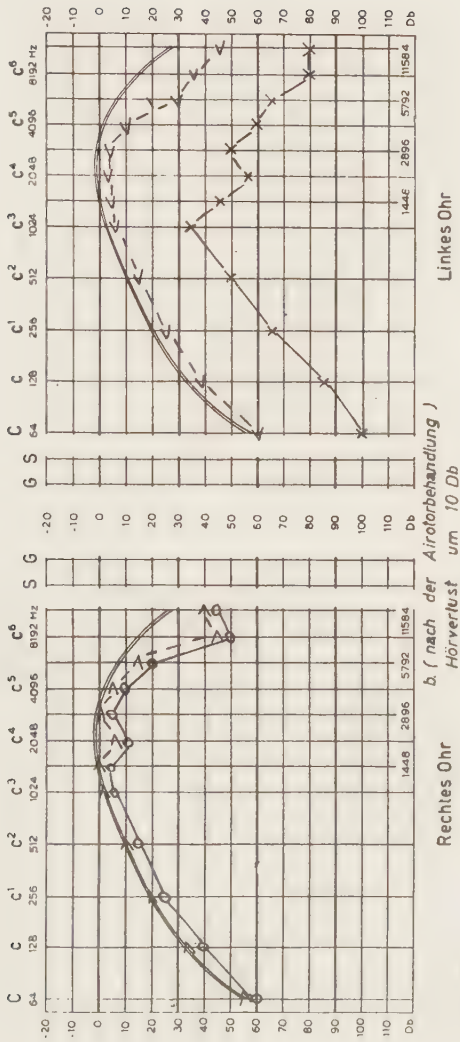


Rechtes Ohr

a. (vor der Turbinenbehandlung)

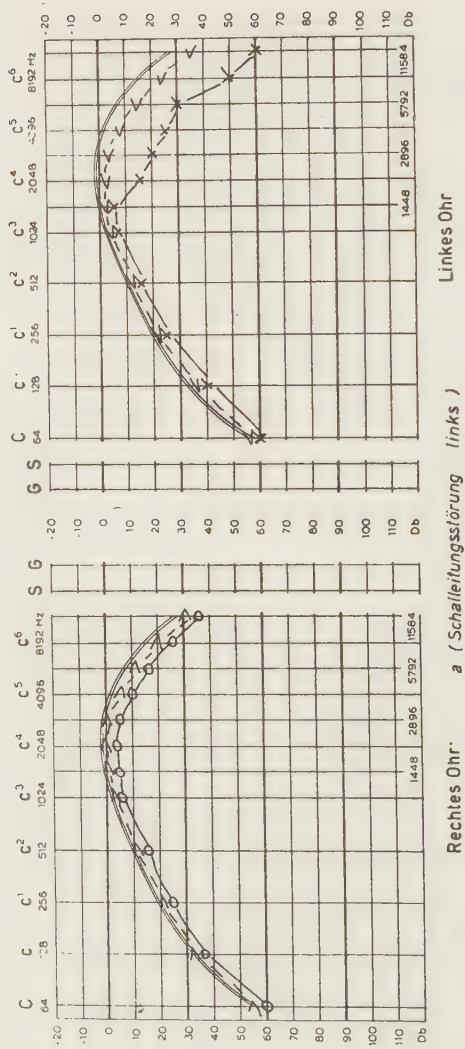
Linkes Ohr

EM 40 - 210

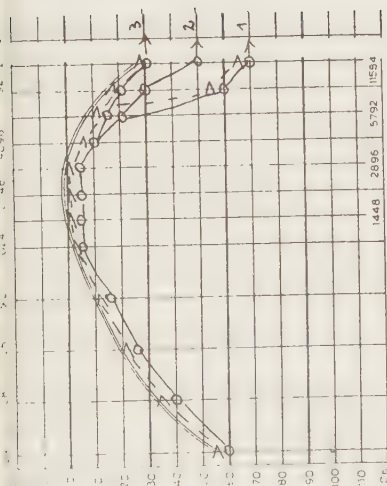


Kontrolle o.B.

Abb. 5
 OHRKRANKE Altersgruppe: 20-30 Jahre (Otitis media beiderseits, Schalleitungs-
 Patientin: N.I. störung li.)

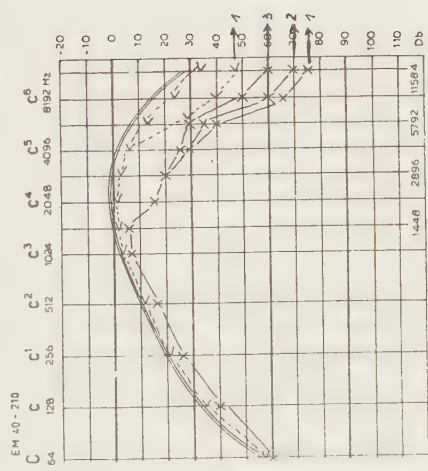


(re.) 1 = sofort nach d. Behandlung
 2 = nach 10 Minuten
 3 = nach 15 Minuten und
 Kontrolle



Rechtes Ohr

(li.) 1 = sofort nach d. Behandlung
 2 = nach 10 Minuten
 3 = nach 15 Minuten



Linkes Ohr

Tabelle II

Altersgruppe 20 - 30 Jahre

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	16	29	45
Senke beidseitig	7	16	23
Senke einseitig	3	2	5
Gegenüber-Phänomen	5		
Ohrenkrankheiten	4	5	
Streptomycin behandelt			
Schwangerschaft			
Schwindel, Ohrensausen	2		
Lärmberuf	2	4	
Audiogramm, Senke in dB:			
10 - 20	7	17	
20 - 30	5	14	
30 - 40	3	3	
40 - 50	3		
50 - 60	1		
60 - 70			
70 - 80			
Adaptation (sofort	10	18	
Adaptationsrückstand			
Kontrolle nach 8 Tagen			
Keine Hörkurvensenke	6	11	17
Commotio cerebri	1		
			45

II. Altersgruppe 30-40 Jahre:

Gesamtzahl der Fälle: 36, davon 17 männlich, 19 weiblich.

Diese Gruppe werde ich aufgrund des fast gleichen Anteils von männlichen und weiblichen Probanden einer näheren Analyse in Bezug auf die Lärmfestigkeit unterziehen.

Keinen beidseitigen Hörverlust hatten 6 männliche, 6 weibliche Patienten,

Keinen einseitigen Hörverlust hatten 0 männliche, 5 weibliche Patienten.

Das "Gegenüber-Phänomen" ist bei 1 männlichen und 4 weiblichen Patienten diagnostiziert worden.

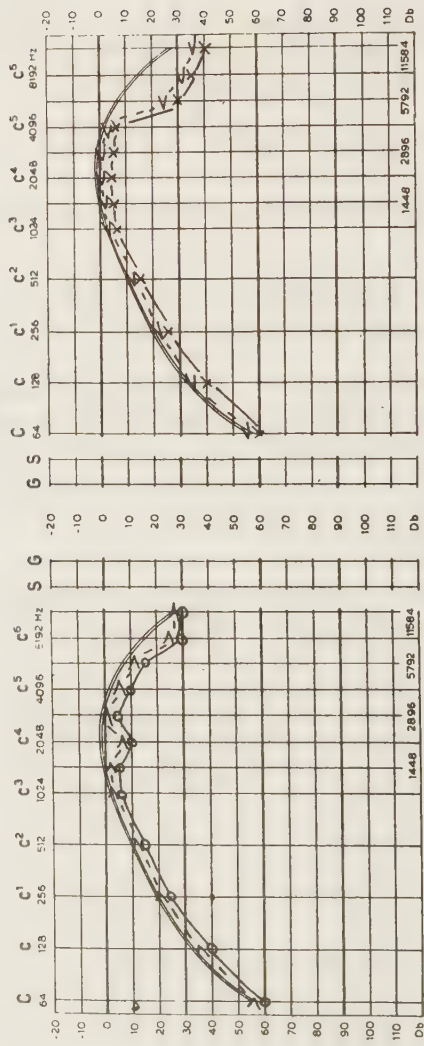
Keinen Hörverlust von 10-20 dB hatten 7 männliche, dagegen aber 12 weibliche Probanden, von 20-30 dB 4 männliche und 5 weibliche. Nur 1 männlicher Patient wies einen Hörverlust von 30-40 dB auf.

Keinen Hörverlust hatten 11 männliche und erstaunlicherweise nur 3 weibliche Patienten.

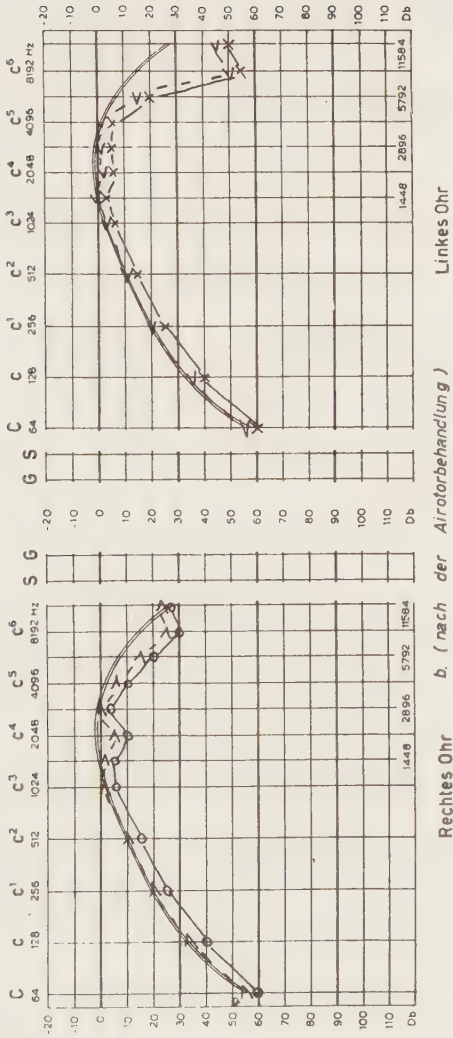
Die von DIEROFF beschriebene bessere Lärmfestigkeit der weiblichen Probanden hat sich anhand dieser kleinen Zahl nicht herauskristallisiert.

Als ohrgesundes Beispiel für diese Gruppe Patientin J.H. (Audio-grammkurven 6) Abb.6.

Abb. 6
OHRGESUNDE
Altersgruppe: 30-40 Jahre
Patientin: J.H.



Rechtes Ohr' a. (vor der Turbinenbehandlung)
Linkes Ohr



b. (nach der Airoforbehandlung)

Kontrolle nach 15 Minuten o.B.

Tabelle III

Altersgruppe 30 - 40 Jahre

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	17	19	36
Senke beidseitig	6	6	12
Senke einseitig		5	5
Gegenüber-Phänomen	1	4	
Ohrenkrankheiten	2	3	
Streptomycin behandelt			
Schwangerschaft			
Schwindel, Ohrensausen	1	2	
Lärmberuf	6		
Audiogramm, Senke in dB:			
10 - 20	7	12	
20 - 30	4	5	
30 - 40	1		
40 - 50			
50 - 60			
Adaptation (sofort)	6	11	
Adaptationsrückstand			
Kontrolle nach 8 Tagen			
Keine Hörkurvensenke	11	8	19
			36

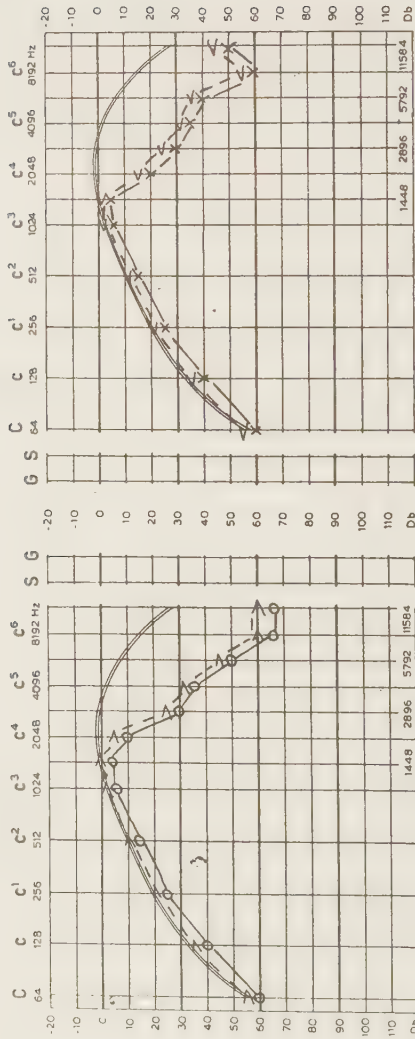
IV. Altersgruppe 40 - 50 Jahre:

Gesamtzahl der Fälle: 16, davon 5 männlich, 11 weiblich.

Ein Beispiel dieser Altersgruppe Patientin P.E. (ohrgesund),
Audiogrammkurven 7 (Abb.7):

Auf beiden Ohren ist ein Hörverlust von 20 dB vorhanden.

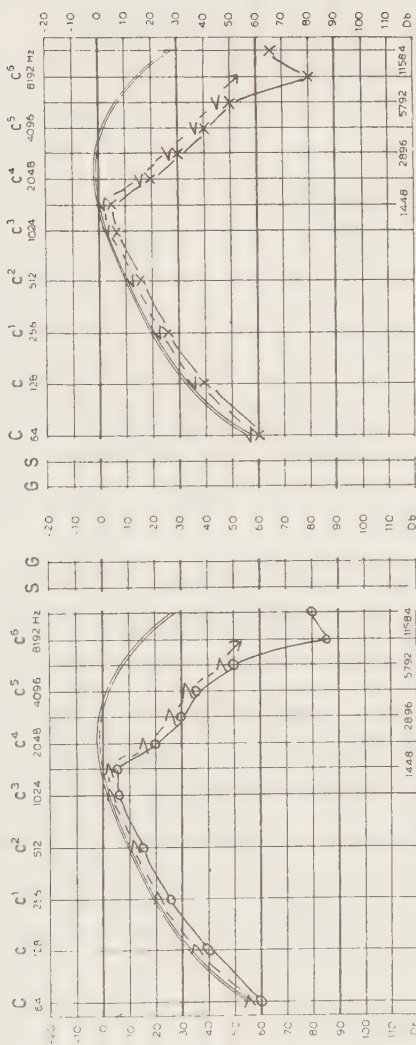
Abb. 7
 OHRGESUNDE Altersgruppe: 40-50 Jahre
 Patientin: P.E.



Rechtes Ohr

a. (vor der Turbinenbehandlung)

Linkes Ohr



b. (nach der Airotorbehandlung)

Nach 15 Minuten o.B.

Tabelle IV

Altersgruppe 40 - 50 Jahre

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	5	11	16
Senke beidseitig	1	5	6
Senke einseitig		3	3
Gegenüber-Phänomen		3	
Ohrenkrankheiten	1	3	
Streptomycin behandelt	1		
Schwangerschaft			
Schwindel, Ohrensausen			
Lärmberuf	1	1	
Audiogramm, Senke in dB:			
10 - 20		6	
20 - 30	1	5	
30 - 40	1	3	
40 - 50			
50 - 60			
Adaptation (sofort)	1	8	
Adaptationsrückstand			
Kontrolle nach 8 Tagen			
Keine Hörkurvensenke	4	3	7
			16

Gruppe V

Altersgruppe 50 - 60 Jahre

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	8	8	16
Senke beidseitig	1	2	3
Senke einseitig	2	3	5
Augenüber-Phänomen	1	1	
Ohrenkrankheiten		4	
Streptomycin behandelt			
Schwangerschaft			
Schwindel, Ohrensausen		2	
Stimmberuf	1		
Audiogramm, Senke in dB:			
- 20	3	5	
- 30		1	
- 40	1		
- 50		1	
- 60			
Adaptation (sofort)	3	5	
Adaptationsrückstand			
Kontrolle nach 8 Tagen			
keine Hörkurvensenke	5	3	8
			16



1	Gesamtzahl der Fälle	144
2	Senken in der Hörkurve	76
3	Auf beiden Ohren	53
4	Auf einem Ohr	23
5	Keine Abweichungen	68

Tab.



Tabelle VI

Altersgruppe 60 - 70 Jahre und 70 - 80 Jahre sind in dieser Tabelle zusammengefaßt

Durchschnittliche Turbinenschallbelastung 2 Minuten			
Übersicht	männlich	weiblich	Zahl
Gesamtzahl der Fälle	5	2	7
Senke beidseitig	1	1	2
Senke einseitig			
Gegenüber-Phänomen	1	1	
Ohrenkrankheiten	2		
Streptomycin behandelt			
Schwangerschaft			
Schwindel, Ohrensausen	1		
Lärmberuf	1		
Audiogramm, Senke in dB:			
10 - 20	1	1	
20 - 30			
30 - 40	1		
40 - 50			
50 - 60			
60 - 70			
Adaptation (sofort)		1	
Adaptationsrückstand	1		
Kontrolle nach 8 Tagen			
Keine Hörkurvensenke	4	1	5
			7
Altersschwerhörigkeit	2		

Schwangerschaft - Hörverlust - Turbinenschallbelastung

Die beiden gemessenen Schwellenaudiogramme von Frauen in Gravidität weisen auch den von LEONOVA festgestellten Hörverlust in den mittleren Frequenzen auf (Audiogrammkurven 8).

Ein Hörverlust in den höheren Frequenzbereichen nach Turbinenschallbelastung konnte von mir nicht festgestellt werden.

Ein Beispiel von Altersschwerhörigkeit und Turbinenschallbelastung (Audiogrammkurven 9), Patient K., Alter 80 Jahre.

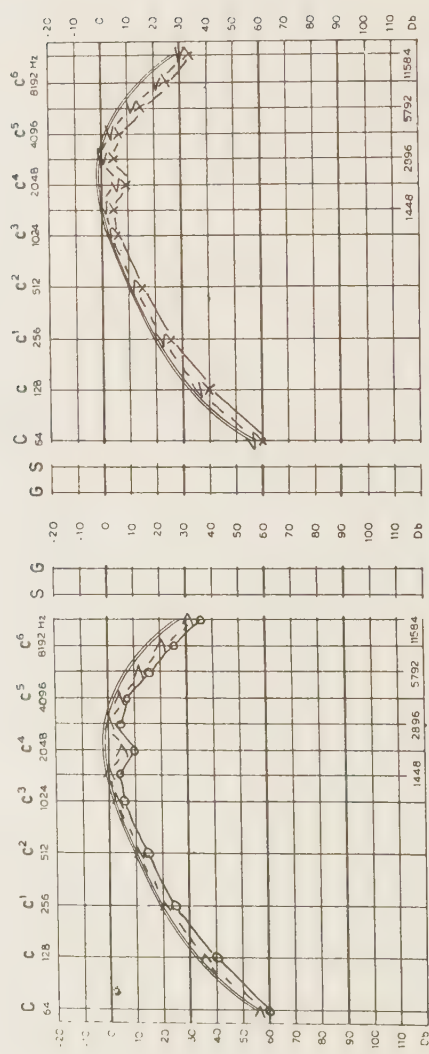
Die Knochen- und die Luftleitungskurve verlaufen fast symmetrisch zur normalen Kurve, nur im Durchschnitt um 20 dB schlechter. Im Bereich von 1000 - 4000 Hz ist eine Mulde deutlich.

Aus der sofort nach der Airotorbehandlung gemessenen Kurve kann man einen Abfall von fis^4 bis fis^6 feststellen. Der Hörverlust beträgt 10 dB bei fis^4 und 45 dB bei fis^6 . Erst nach einer Stunde Adaptationszeit ist die Kurve wieder normal.

Die Schnelligkeit der Erholung entscheidet, ob es sich um Ermüdung oder Anpassung handelt. Die Adaptation geht relativ viel schneller als die Ermüdung (SCHUBERT).

Abb. 3

Ein Beispiel von einer Schwangerschaft
Patientin: Fr.H.



Linkes Ohr

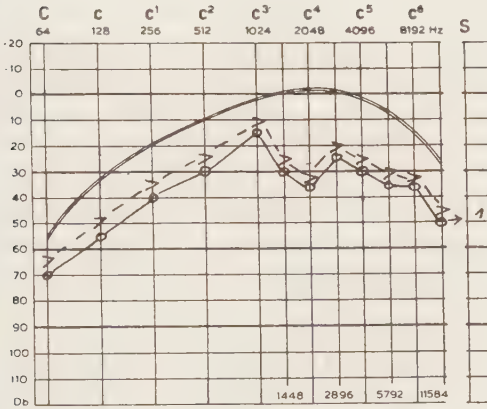
keine Abweichung

Rechtes Ohr

keine

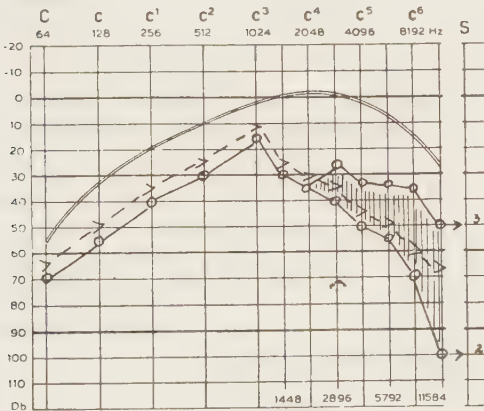
Abb. 9

Ein Beispiel einer Altersschwerhörigkeit
Patient: K.A.



Rechtes Ohr

EM 40 210



Rechtes Ohr

EM 40 210

- 1 vor der Turbinenbe-
handlung
- 2 sofort bis 10 Sekunden
nach der Turbinenbe-
handlung
- 3 nach 1 Stunde o.B.
(Adaptation verzögert)
- 4 Kontrolle nach 8 Tagen
o.B. = wie 1
(nur rechtes Ohr, links
unwesentlich)

Schallschutz

Um einen wirksamen Schallschutz zu erzielen, muß man eine Reihe von Faktoren beachten, die einen wesentlichen Einfluß auf die Intensität nehmen. Diese hängt einmal von der Konstruktion der Turbine, von der richtigen Reduzierung der Luftmenge (Luftzufuhr!), ferner von der Größe des Spechzimmers und von der Lärmempfindlichkeit des Menschen ab (BAYER). Die Forderung an die Industrie, ein schallarmes Gerät zu konstruieren (v. AKENTSSCHILD und EICHNER), ist primär. Eine Regelung der Luftzufuhr wird allerdings kaum einen merklichen Intensitätsrückgang bewirken, da sofort auch die Zugkraft der Turbine vermindert wird. Einige Autoren empfehlen Lärmpausen, schalldämpfende Schirme und Möbel aufzustellen (PLATH, KRAFCZYK, SEDEC).

Wie Untersuchungen von RUEDI/FURKER über das akustische Trauma gezeigt haben, bewirkt die Verwendung eines Tiefpasfilters im Gehörgang nach dem Prinzip des HELMHOLTZ'schen Resonators, daß die hohen Frequenzen über 3000 Hz ganz wesentlich gedämpft werden. Nach Messungen liegt eine Reduktion um 30 - 35 dB vor. Auf diesem Schallschutzprinzip wurden die Schallschutzkapseln nach RUEDI/FURKER, das Einsteckgerät "Selectone" und das Armeeschutzgerät konstruiert. Versuche haben ergeben, daß kein Vertäubungsgefühl und kein Hörverlust auftraten (ESCHLER).

Einen Schutz um 15 dB bei 2000 Hz und um 25 dB bei 8000 Hz erreicht man auch mit trockener Watte (HÖGGER). Besser ist aber noch Watte, die in Glycerin oder Wasser getränkt wurde (20 - 30 dB). Auch die Applikation von paraffinierten Baumwollstöpseln kann angemessen sein.

Übersicht über Gehörschützer auf dem bundesdeutschen Markt
(Auszug nach v. LÜPKE und LEHNHARDT)

Type	Lieferant	Hersteller	Größen
Gehörschutz- stöpsel	Am.Opt.Co.	desgl.	3
Defender	Auer	MSA	5
Audium	Benediercks	Audium	3
Bicapa	"	"	3
Sonex	Feldhoff	Focus Veilig	3
Selectone	Kind	Kind	4
Sonex	Nitex	Amplifox	3
Supersonex	Nitex	Amplifox	1
Pneudap	Reckmann	Reckmann	1
Gehörschutz- watte	Glasfaser GmbH	Billesholm	
Chropax	Apotheken	Chropax	
plast.Lärm- schutzmaske	...lich	...lich	
Dr. Gönlich			

Schlußfolgerungen

Nach den vorangegangenen Ausführungen kann man eine einmalige Lärmbelastung als Ursache einer irreversiblen Hörschädigung für nicht auslösend halten, sondern eine Kumulation von Lärmbelastungen, deren letztes Glied eben die zur Hörminderung führende Überbelastung war.

Dieser dauernden Schallbelastung sind nur der Zahnarzt und sein Hilfspersonal ausgesetzt. Da das Hilfspersonal in der Regel nicht in unmittelbarer Nähe der Schallquelle tätig ist und mit steigender Entfernung die Intensität nachläßt, dürfte es den Schallbelastungen eher gewachsen sein. Ein irreversibler durch die zahnärztliche Turbine hervorgerufener Gehörschaden bei den behandelten Patienten konnte nicht festgestellt werden.

Eine Aussage zu der Frage, ob ein vorgeschädigtes Gehörorgan für ein lärmbelastetes Innenohr einen Schutzmechanismus darstellt oder ein toxisch vorgeschädigtes Gehörorgan anders als das normale Ohr reagiert, konnte von den Audiogrammen nicht abgeleitet werden, zeigen doch die Ergebnisse - normales oder vorgeschädigtes Ohr - die typischen lärmbedingten Veränderungen Steilabfall und Senkenbildung auf.

In den Untersuchungen von v. ARENTSSCHILD und EICHNER konnte durch Schalldruckmessungen gesichert werden, daß die Geräuschentwicklung luftgelagerter Turbinen Verbesserungen gegenüber den kugelgelagerten aufweisen. Diese Verbesserungen betreffen die Oktavbänder 4, 8 und 16 kHz, in denen bisher Schädigungen des Gehörs festgestellt wurden.

Selbst bei ohrkranken, also möglicherweise lärmempfindlicheren oder schon gehörgeschädigten Zahnärzten wird eine Verschlimmerung oder Schädigung für ausgeschlossen gehalten. Empfohlen wird nur noch die Luftturbine.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die bekannten Ursachen für das Ansteigen der Geräusche in der zahnärztlichen Praxis werden in der Einleitung dargestellt. Auch die zahnärztliche Mikroturbine stellt eine Lärmbelastung dar. Nachdem Untersuchungen zeigten, daß das Gehör des Zahnarztes Schädigungen im hohen Frequenzbereich aufweist, für die mit großer Wahrscheinlichkeit die Mikroturbine als Ursache angesehen werden muß, wurde in der vorliegenden Arbeit die Schädigung des Gehörs durch die Mikroturbine beim Patienten untersucht.

Ein Abschnitt über die Physiologie des Gehörorgans leitet zu der zahnärztlichen Präparationstechnik und somit zu den Schallbrücken vom Mund zum Innenohr hin. Diese können über Zahn-Knochenleitung und durch die Luftleitung entstehen.

Das nächste Kapitel erläutert die Wirkungen des Lärms auf den Menschen und zeigt anhand der Einteilung von LEHMANN die Zuordnung unterschiedlicher Lärmstärken in vier Gruppen.

Kurz werden in einem weiteren Abschnitt die verschiedenen Möglichkeiten einer Gehörschädigung erwähnt. So wird von einigen Autoren das vorgeschädigte Gehör als weitaus anfälliger für eine Belastung durch hohe Frequenzen angesehen als das gesunde Ohr.

Ein weiterer Abschnitt erwähnt die Methodik der Hörschwellauffindung. Zunächst sind einige bekannte Kriterien zusammengestellt. Die Fragen der Einschwingzeit der Labyrinthflüssigkeit, der Intelligenz, des Zeit- und Geduldfaktors, des richtigen Untersuchungsraumes, des Einflusses der Adaptation und der dadurch bedingten Veränderungen des Empfindungseindrucks erscheinen im Zusammenhang mit der Hörschwellenprüfung besonders wichtig.

Im formalen Vergleich von kurz- und langdauerndem Lärm hinsichtlich des Störeindrucks konnten eigene Ergebnisse den Ansichten anderer Autoren hinzugefügt werden.

Ein weiterer Abschnitt behandelt die Schallbelastung. Geräusch-analytische Messergebnisse von der zahnärztlichen kugelgelagerten Turbine sind dargelegt. Nach Untersuchungen von v. ARENTS-SCHIID und EICHNER mit der luftgelagerten Turbine im Vergleich zur kugelgelagerten Turbine weist die neuere Konstruktion Verbesserungen bei den Oktavbändern 4, 8 und 16 kHz auf. Die Abhängigkeit der Frequenz und Intensität von den verschiedenen Bohraufsätzen wird beschrieben. An drei Patienten ist ein Test vorgenommen worden. Waren beim ersten Versuch ohne Bohrkopf keine Hörverluste aufgetreten, so wurden im zweiten Versuch mit einem mittelgroßen runden Bohrkörper Senken im c⁶-Bereich um 10 dB festgestellt.

Bei der Durchsicht und Bewertung von 144 Fällen, die vor und nach der zahnärztlichen Behandlung mit der Mikro-Turbine einer eingehenden tonaudiometrischen Untersuchung unterzogen wurden, fand sich, daß von 144 Patienten 76 einen deutlich meßbaren Hörverlust im Tonschwellenaudiogramm (10 - 30 dB auf einem oder beiden Ohren) erkennen ließen. Die Probanden hatten Abweichungen von der normalen Hörkurve nach der Turbinenschallbelastung im Audiogramm bis zu 30 dB, in einem Falle bis zu 70 dB. 68 Patienten zeigten keinen Hörverlust. In fast allen Fällen trat eine sofortige Readaptation ein. Zwei Fälle wiesen einen Adaptationsrückstand auf. Die durchschnittliche Behandlungsdauer, die im vorliegenden Falle der Einwirkungsdauer des Turbinenschalles entspricht, betrug 2 Minuten mit kurzzeitigen Energiespitzen.

In einem Beispiel von Altersschwerhörigkeit ist nach der Turbinenschallbelastung eine verzögerte Readaptation aufgetreten.

In zwei Beispielen wird die Lärmempfindlichkeit während der Schwangerschaft beschrieben. Ein Hörverlust wurde nicht festgestellt.

Ein abschließendes Kapitel behandelt den Schallschutz.

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in Min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft Streptomycin Ohrenkrankheit	nach 8 Tagen Kontrolle	Lärmbelastung	Gegenüberphänomen
1	Eb.	-	150	3	✓	30-40	weibl.	Otitis media	o.B.	-	0
2	Kr.	-	-	2	✓	60-70	männl.	Schwindel Ohrenausen		-	
3	Hen.	-	-	2	7	10-20	weibl.	Schädelbasisbruch m. 3 J.		-	
4	Sche.	-	-	2	7	20-30	männl.	Comotio cerebri		-	0
5	Schö.	30 0	15 0	2	✓	20-30	männl.	-	o.B.	-	0
6	Dem.	-	-	3	✓	20-30	weibl.	-		-	
7	Kr.	-	-	3	✓	30-40	weibl.	-		-	
8	Jö.	10 0	-	2	✓	30-40	weibl.	-	o.B.		0
9	Kr.	nicht mehr meßbar	10 0	2	✓	60-70	weibl.	-			
10	Hen.	15 0	20	3	7	30-40	weibl.	-	o.B.		
11	Eu.			3	✓	60-70	männl.	Detonation Expl.-Knall		ja	
12	Bl.	40 0	15 0	2	7	20-30	männl.		o.B.		0

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in min.	Seite	Altersgruppe	Je schlecht	Schwangerschaft Streptomycin Ohrenkrankheit	nach 8 Tagen Kontrolle	Lärmberuf	Gegenüberphänomen
13	Sa.	10 0	-	1	⌊	10-20	weibl.	Streptomycin behandelt	-	-	
14	Hei.	-	-	2	7	20-30	weibl.	-			
15	Bal.	-	-	4	7	20-30	weibl.	-			
16	Schi.	25 0	25 0	5	⌊	10-20	weibl.				
17	Gö.	20 0	20 0	4	7	30-40	männl.	Artillerist			
18	Sa.	15	20 0	2	⌊	30-40	weibl.	-			0
19	Eu.	-	-	2	7	50-60	weibl.	(re.) Schallleitungsstörung			
20	Eb.			2	7	10-20	weibl.	-			
21	Dem.	35	35	5	7	10-20	weibl.	-			
22	Völ.	-	-	2	⌊	50-60	weibl.	(li.) Schallleitungs-, (re.) Innenohrschwerhör.			
23	Lei.	15	10	2	⌊	50-60	weibl.	Schwindel Ohrensausen			
24	Kö.	15	15	3	⌊	30-40	männl.	Artillerist, Schwindel Ohrensausen			
25	Wi.	20	20	2	⌊	50-60	weibl.	Schwindel Ohrensausen			0

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in Min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft Streptomycin Ohrenkrankheit	nach 8 Tagen Kontrolle	Lärmberuf	Gegenüberphänomenen
26	L.a.	10	20	3	/	30-40	weibl.	Schwindel Ohrensausen			
27	Tra.	10	20	5	⌋	20-30	männl.	Otitis media beids.			
28	Pe.	20	20	2	7	30-40	weibl.	Schwindel Ohrensausen			
29	Ga.	-	-	4	/	30-40	weibl.				
30	Pri.	10	10	2	/	20-30	weibl.	(li.) Otitis media + Schallleitungsstörung			
31	Bu.	-	-	2	7	20-30	weibl.	Krall u. Expl.	o.B.		
32	Bo.		45	2	⌋	20-30	männl.	-	o.B.		0
33	Hei.	15	10	2	/	30-40	weibl.	-	o.B.		
34	Wi.	10	10	4	/	20-30	weibl.	-			
35	Zw.	25	25	2	/	20-30	weibl.	-		ja	
36	Est.	30	10	3	7	30-40	männl.	-			
37	Kra.	10	30	2	⌋	70-80	männl.	durch Feuerwerkskörper (li.) Taubheit			
38	Bar.	-	60	2	7	20-30	männl.	Artillerist			
39	Ri.	-	-	2	/	10-20	männl.	-			

Nr.	Alter	Größe in cm	Wachst. in d. Jahr.	Seit. in d. Jahr.	Alters- gruppe	Geschlecht	Schwangerschaft Strenge Ohrenkrankheit	nach 8 Tage Kon- trolle	Lärm- beruf	Gegen- über- phäno- men
40	Mo.	-	-	3	10-20	weibl.	-			
41	Fr.	-	-	2	30-40	weibl.	-			
42	Sohn.	15	20	5	20-30	weibl.	Otitis media Schwindel Ohrenausen			
43	wen.	10	-	2	10-20	männl.	-			
44	wen.	35	15	3	10-20	weibl.	-			
45	Er.			3	10-20	männl.	-			
46	Kat.			3	20-30	weibl.	-			
47	Fr.			4	20-30	weibl.	Otitis media beids.			
48	Kr.	20	20	2	20-30	weibl.	-			
49	Fr.	15	-	2	10-20	weibl.	-			
50	Ko.	15	25	2	20-30	weibl.	-			
51	Fr.	-	25	2	10-20	weibl.	Comotio cerebri			
52	Dr.			2	50-60	männl.	Altersschwer- hörigkeit			
53	Dr.	10	10	2	10-20	männl.	-			
54	Cr.	-	15	2	20-30	männl.	-			

Nr.	Alter	links in dB	rechts in dB	Zeit in min.	Größe	schlecht	Streptomycin Chrenkrankheit	Tage- kon- trolle	beruf	über- phäno- men
53	Art.	-	-	4	50-60	weibl.	Detonation			
56	Bie.	40	-	4	20-30	männl.	-			
57	Io.	-	-	3	20-30	weibl.	-			
58	Ver.	10	10	3	50-60	männl.	-			
59	Io.	20	20	3	40-50	weibl.	-			
60	Schn.	15	10	2	30-40	weibl.	(li.) Otitis media, Schwindel Chrensausen			
61	Schn.	-	10	3	20-30	weibl.	-			
62	Deb.	10	10	3	40-50	weibl.	-			
63	Se.	-	-	2	20-30	männl.	Artillerist			
64	Lo.	-	-	2	50-60	weibl.	Otitis media beids.			
65	Rek.				40-50	männl.	-			
66	Nau.	10	-	3	50-60	weibl.	-			
67	Art.	50	-	3	50-60	weibl.	-			C
68	Art.	-	-	2	70-80	weibl.	Altersschwer- hörigkeit o.B.			
69	Art.	-	-	2	40-60	weibl.	-			
70	Art.	40	20	3	20-30	weibl.	-			

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft	nach 8 Tagen Kontrolle	Lärmbetrieb	Gegenüberprüfen
71	Sohn.	-	25	3	/	20-30	männl.	-			0
72	Gr.	-	-	3	L	20-30	weibl.	Detonation - Expl. + Otitis med. beidse.			
73	Gre.	-	-	2	/	20-30	männl.	-			
74	Gr.	-	-	2	7	40-50	weibl.	-			
75	Fi.	10	10	2	/	20-30	weibl.	-			
76	Si.	10	25	2	7	20-30	männl.	-			
77	Se.	15	30	4	7	40-50	weibl.	-			
78	Si.	20	20	2	7	50-60	weibl.	-			
79	Ja.	10	20	3	/	10-20	männl.	Otitis media			
80	Der.	-	-	3	/	30-40	männl.	-			
81	Ja.	-	15	3	L	40-50	weibl.	(re.) Otitis media			0
82	Kau.	10	15	3	7	30-40	weibl.	Otitis media beidse.			
83	Hen.	-	-			10-20	männl.	(re.) Otitis media			
84	Der.	-	-	3	L	30-40	weibl.	-			
85	Har.	-	-	3	L	30-40	weibl.	Detonation			
86	Mei.	-	-	3	/	40-50	männl.	-			

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft, Streptomycin, Ohrenkrankheit	nach 8 Tagen Kontrollle	Lärmberuf	Gegenüberphänomen
87	Schu.	-	30	3	✓	40-50	weibl.	(re.) Otitis med. (Familien-schwerhörigk.?)			0
88	Schu.	20	-	1	✓	50-60	männl.	Detonation - Explosion		ja	0
89	Gö.	10	15	4	7	20-30	weibl.	Detonation Otitis med. beids.			
90	He.	10	15	3	✓	20-30	männl.	-			
91	Jab.	15	-	3	7	30-40	weibl.	-			0
92	Dr.K.			3		50-60	männl.	-			
93	Jer.	15	20	2	7	10-20	männl.	-			
94	Mi.	10	10	1	✓	10-20	weibl.	Detonation Otitis med. beids.			
95	Sche.	-	-	3	✓	60-70	männl.	-			
96	Schw. A.	-	10	3	✓	40-50	weibl.	(re.) Otitis media			0
97	Schö.	-	-	2	7	10-20	männl.	-			
98	He.	25	-	3	7	40-50	männl.	-			0
99	Pre.	-	-	2	✓	30-40	weibl.	Otitis media			
100	Hei.	-	-	3	✓	30-40	weibl.	-			
101	He.	-	-	3	✓	10-20	männl.	-			

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in Min.	Seite	Altersgruppe	Ge-schlecht	Schwangerschaft Streptomycin Chronkrankheit	nach 8 Tagen Kontrollen	Lärm-beruf	Gegen-über-phanen
102	Sche.	20	30	5	✓	40-50	männl.	-			
103	Lau.	-	-	2	7	30-40	männl.	Artillerist Otitis media beids.			
104	Li.	-	-	3	✓	30-40	weibl.	-			
105	Fri.	-	-	3	7	40-50	männl.	(re.) Schallei- tungsstörung			
106	Har.	-	-	3	✓	30-40	männl.	Explosion			
107	Go.	-	-	2	7	30-40	männl.	(li.) Otitis media		ja	
108	Sp.	-	-	2	✓	10-20	männl.	-		ja	
109	Ri.	20	10	5	✓	20-30	männl.	-			
110		10	-	2	✓	20-30	weibl.	-		ja	
111	Brü.	15	-	2	7	10-20	männl.	(li.) Schallei- tungsstörung			0
112	Dr.B.			2		30-40	männl.	-			
113	Dr.G.			3	✓	30-40	männl.	-			
114	Ga.			5	✓	20-30	weibl.	-			
115	Kai.	25	-	2	✓	20-30	weibl.	-			
116	Kai.	-	-	2	✓	30-40	männl.	Artillerist, beids. Trommel- fellruptur			

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft	nach 8 Tagen Kontrolle	Lärmbetrieb	Gegenüberphänomen
117	Schr.	-	-	2	7	10-20	weibl.	Otitis media			
118	Kra.	-	-	2	7	10-20	weibl.	-			
119	Spö.	20	15	2	7	40-50	weibl.	-			
120	Ker.	25	15	2	7	20-30	weibl.	-			
121	Ref.	15	10	2	7	30-40	männl.	-			
122	Dom.			3		50-60	weibl.	-			
123	Di.	10	5	3	7	20-30	weibl.	-			
124	Er.		10	3		50-60	männl.	-			
125	Ha.	30	30	2	7	20-30	männl.	-			
126	Ko.	-	-	2	7	50-60	männl.	-			
127	Tri.	-	-	2	7	40-50	männl.	-			
128	Ni.	30	30	2	7	20-30	weibl.	-			
129	Schr.	-	-	2	7	20-30	männl.	-			
130	Ian.	-	-	2	7	10-20	weibl.	-			
131	Gla.	15	15	2	7	30-40	weibl.	-			
132	Lie.	15	10	2	7	20-30	weibl.	-			
133	La.			4	7	20-30	weibl.	-			

Nr.	Name	Senke links in dB	Senke rechts in dB	Bohrzeit in Min.	Seite	Altersgruppe	Geschlecht	Schwangerschaft Streptomycin Ohrenkrankheit	nach 8 Tagen Kontrollen	Lärmbetrieb	Gegenüberphänomen
134	Kar.	25	10	2	✓	20-30	weibl.	-			
135	Bo.	10	10	4		10-20	weibl.	-			
136	Ca.			2	✓	40-50	weibl.	-			
137	Re.	-	-			40-50	weibl.	-			
138	Ker.	-	-	2	✓	20-30	männl.	-			
139	Ble.	-	-	2	✓	20-30	weibl.	-			
140	Pet.	-	-	2	✓	30-40	männl.	-			
141	Kro.	20	20	2	✓	20-30	männl.	-			
142	Kro.	20	20	2	✓	30-40	männl.	-			
143	Eb.	-	-	2	✓	30-40	männl.				
144	Ni.	-	-	3	✓	30-40	männl.				

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, A.: Über die Vererbung der konstitutionell sporadischen Taubstummheit, der hereditären Labyrinthschwerhörigkeit u.d.Otosklerose.
Arch.Ohr-,Nas.-u.Kehlk.-Heilk. 110,15 (1922)
- ARENTSSCHILD, von } : Untersuchungen zur Frage der Hörschäden
EICHNER, K. } bei Verwendung kugel- und luftgelagerter zahnärztlicher Turbinengeräte.
Zahnärztliche Rundschau, 75. Jahrg., Heft 6, 217-223 (1966)
- ARENTSSCHILD, von } : Zu den technischen Voraussetzungen für
FELSHART, K.J. } die Tonschwellenaudiometrie.
HNO (Berl.), 17, 127-128 (1969)
- BANDINI, A.: Da rilievi audiometrici nei lavaratori dell'industria metallurgica.
Riv. Audiol. prat. 10, Nt 4-6, 89-94 (1960)
- BARRANEOS, J.L.: Trastornos auditivos por uso de turbinas. (Gehörschäden durch Turbinen)
Rev. Asoci odont. argent. 55 (1967), H. 8, 327
- BECKER, W. u. } : Akustischer Unfall.
MATZKER, J. } Z. Laryng. Rhinol. 40, 49-58 (1961)
- BEKESY, von, G.: Zur Theorie des Hörens. Die Schwingungsform der Basilarmembran
Phys. Z. 1928
Fortschritte der Hörphysiologie.
Aust. Z. 1 (1936), 128
- BELL, D.A. } : TTS produced by low-level tones and the
FAIRBANKS, G. } effects of testing on recovery.
J. Acoust. Soc. Amer. 35, 1725, 1963
- BERNIER, J.L. und } : Methods used in evaluation of high-speed
KNAPP, E.J. } dental instruments and some results.
Oral. surg., S. Louis 12, H. 2, 234 (1959)
- BOCCA, A.: Le problème de la surdité sénile.
J. franc. Oto-rhino-laryng. 8, 801-804 (1959)
- BOHRSEN, H.: Diskussionsbeitrag über hohe Geschwindigkeiten
Schweiz. Ztschr. Zahnh. 70 (1960), H.10, 87
Gehörschäden durch Dentalturbinen.
Zusammenfassung zahnärztl. Lit., 16, Ref. 2774 (1965)

- BOENNINGHAUS, H.G.: Ungewöhnliche Form der Hörstörung nach Lärmeinwirkung und Fehlbelastung der Halswirbelsäule.
Z. Laryng. Rhinol. 38, 585-592 (1959)
- BOTSFOND, J.H.: Prevalence of impaired hearing and sound levels at work.
J. Acoust. Soc. Amer. 45, 79-82 (1969)
- BRUCK, W.: Schallmeßgrößen für die Beurteilung von Geräuschbelastungen.
Zbl. Verkehrs.-M.d. 9, 70 (1963)
- BRUN, J.P.):
STUFF, H.): Quantitative Auswertung der Haarzellschäden nach Kanamycinsulfat, Kanamycinmonopantothenat und Ozothinbehandlung.
Arch. Ohr-, Nas.-u. Kehlk.-Heilk. 194, 566-569 (1969)
- BRUNEL, A.C.):
GRIFFLE, R.A.): Spectres et niveaux sonores et ultrasonores des turbines à air à très grandes vitesses. (Sonore u. ultrasonore Spektren u. Ebenen der Luftturbinen mit sehr hohen Geschwindigkeiten).
Bull. internat. rech. sc. stomat. (1961), H. 4, 341
- CAMPUS, G.: Valutazione critica del danno acustico da terapia streptomycinica.
Valsalva 37, 219-223 (1961)
- CHOCOLLE, R.: Le senil differential d'intensité en présence d'un son controlatéral de fréquence différente.
Acustica 9, 309 (1959)
- CLAESSENS, C.A.D.: Welches ist beim Bohren und Schleifen die ideale Tourenzahl?
Dt. Zahnärztebl. 15 (1961), H. 5, 216
- COFFE, G.: Influence pathogénique des traumatismes sonores.
Acta-oto-rhino-laryng. belg. 15, 370-381 (1961)
- COBINESCU, M.):
IMCOVICI u.): Abnahme der Hörschärfe als Berufskrankheit bei Arbeitern der Textilindustrie.
ACARIE): Oto-rhino-laryng. (Bucuresti) 5, 235-242 (1960) mit dtshl Zusammenfassung
- DECKER, H., BOER u.) Der Einfluß von traumatischen cervicalen
UNTERKNECHT EIDE) Wurzelaustrissen auf den Hör- und Gleichgewichtspapparat.
MNO (Berl.) 7, 365-372 (1959)

- DICKSON, E.D.D.: The affects of noise upon hearing.
J. Laryng. (London) 75, 485-486
- DIEROFF, H.G.: Industrie - gehörschädigende Wirkung
der Schlagimpulse.
Arch.Ohr-,Nas.-u.Kehlk.-Heilk. 178, 503-
505 (1961)
- Zur geschlechtsunterschiedlichen Lärm-
festigkeit.
Arch.Ohr-,Nase-u.Kehlk.-Heilk. 177, 282-
289 (1961)
- Über Hörschäden durch Lärmwirkung.
Z.ges.Hyg. 6, 142-152 (1960)
- Hörschäden durch Industrielärm.
Arbeitsmed. Sozialmed.
Arbeitshyg. 2, 256-260 (1967)
- DISHOCK, H.A.E.: Handbuch der HNO-Heilkunde.
Thieme-Verlag, Stuttgart 1966
- DESPONS, J.: Réflexions sur les séquelles cochléo-ve-
stibularis des traumatismes craniens fer-
rés.
Rev. Laryng.Bordeaux 83, 73 (1962)
- DUCHASTELLE, B.: Turbine à air et pratique quotidienne.
Inform.dent. Paris 42 (1960), H. 1, 5.
- DUKER, L. u.) : Beitrag über Hörschädigung nach zahnärzt-
lichem Turbinenlärm.
(LITZ, H.J.) Dtsch. Zahnärztebl. H. 1, 33-35 (1970)
- Neue zahnärztliche Turbinen und die Frage
der Disposition einer Lärmschädigung.
Dtsch. Zahnärztebl. H. 6, 257-260 (1969)
2. Teil
- Untersuchungen über den Turbinenlärm im
Hör- und Ultraschallbereich.
Dtsch. Zahnärztebl. H.5, 211-218 (1969)
1. Teil
- ELSON, R.: Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchun-
gen zum hoch- und höchsttourigen Bohren
und Schleifen.
Dt.Z.Z., 15. Jahrg. (1960), H. 3, 193
- Zusammenfassung und Interpretation der Er-
gebnisse vorstehender Arbeiten.
Dt.Z.Z., 15. Jahrg. (1960), H. 2, 116
- Normal-, hoch- und höchsttouriges Bohren
und Schleifen - wissenschaftliche Unter-
suchungen und klinische Folgen.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 18, 113 (1963)
- Normal-, hoch- und höchsttouriges Bohren
und Schleifen von Zahnhartsubstanzen.
Münch-Verlag, München (1966)

- FELDMANN, H. u. } : Schädigen die Turbinengeräusche in der
SCHNAB, W. } zahnärztlichen Praxis das Hörvermögen?
Arbeitsmedizin 4, 1 (1965)
- FLETSCHER, H. u. } : Loudness, its definition, measurement
MUNSON, W.A. } and calculation.
J. acoust.Soc.Amer.Vol. V (1933), 82-107
- FLETSCHER, J.L.u. } : The influence of different acoustic sti-
LOEB, M. } muli on the threshold of the contrala-
teral ear.
Acta-oto-laryng. (Stockh.) 54, 33 (1962)
- Changes in the hearing of personnel ex-
posed to high intensity continous noise.
Milit.Med. 128,1137 (1963)
- FLOTTORP, G.: Kan tannlegenes boreme,skin fremkalle
hørseløskade?
Norske Tannlegeforen. Tid. 69 (1959),
H. 8, 362
- FÉCHE, CH.: Senescence auriculaire.
Vie méd.42, 1025-1034 (1961)
- FUHR, K.: Zusammenfassende Darstellung unserer Er-
fahrungen mit den Schnellstlaufgeräten.
Zahnärztliche Welt/Reform 63, 244 (1962)
- GAERLY, A.: Das Arbeiten von 50 000 - 80 000 Touren.
Schweiz.Mschr.Zahnkh. 70 (1960), H.9,812
- GALLAGHER, J.B.u. } : Temporary changes in acuity of the human
GOODERIE, J.E. } ear following exposure to intense noise.
Arch.industr.Hyg. 6, 332 (1952)
- ; VANDI, G.a. } : Il rumore generato da turbine ad alta
CURC, G. } velocità come causa di ipoacusia.
(Der Lärm der Luftturbine als Ursache
der Hypakusio).
Rass.internat. stomat.prat. 17 (1966),
H. 6, 405
- GLORIG, A. u. } : Age, noise and hearing loss.
DAVIS, H. } Ann.Otol. (St.Louis) 70, 556-571 (1961)
- GLORIG, A. } : Observations on temporary auditory thresh-
SUMMERFIELD, A. u. } old shift resulting from noise-exposure
DIXON AND, W. } I u. II.
Ann.Otol. (St.Louis) 57 (1958)
- GLORIG, A.: The effects of noise hearing.
Z.Laryng. (Lond.) 75, 447-478 (1961)
- GOETHE u. } : Die Lärmbekämpfung des Maschinenpersonals
MEYER-DELIUS } in der Schifffahrt.
Verkehrsmed. 6 (1960)

- OSBORN, G.: Die echte Entzündung des Nervus statoacusticus.
Hüll-Orn-Gégo-Gyógyászlat 4, 115-120 (1958)
- OSBORN, G.: Einige physikalische Gesichtspunkte zum Anpassen an hohe Drehzahlen.
Schweiz.Mschr.Zahnk. 70 (1960), H.10, 863
- SCHMIDT, A.: Kurzgefaßtes Lehrbuch der Erkrankungen des Chres, der Nase und des Halses.
Thieme-Verlag, Stuttgart
- SAHL, R. u. SCHMIDT, A.: Relievisperimentale sulle modificazioni della funzione uditiva indotte dal rumore generato da turbotropani (Esperimentelle Untersuchungen über vom Lärm von Luftturbinenbohrern hervorgerufene Veränderungen der Hörfunktion)
Minerva stomat., Torino 15 (1964), H.3, 121
- MARTLEY, J. u. HUDSON, D. u. BROGAN, E.): Comparative evaluation of newer devices and technics for the removal of tooth structure; - vibration characteristics and patient reaction.
J. Amer. Dent. Ass. 59, 72 (1959)
- MAFFORI, A.: Gehörstörungen bei Hirntumoren.
Z.Laryng.-Rhinol. 40, 532-542 (1961)
- MILLER, L.: Über die Dosierung von Kanamycin zur Vermeidung von Hörschäden.
Dtsch.med.Mschr. 85, 174-183 (1960)
- MILNE, C. L.: Zur Frage der Belastung des Zahnarztes durch das Geräusch der Dentalturbine.
Quintessenz zahnärztl. Liter. 16, Ref. 1675 (1965)
- HIGHCLIFFE, R.: Threshold changes at 4 kc/s produced by bands of noise.
Acta-oto-laryng. (Stockh.) 47, 497 (1957)
- OSBORN, G.: Der Lärm der Industrie.
Z. Präy.-Med. 6, 174-183 (1961)
- OSBORN, G. u. STANGE, G.): Decrease of ototoxicity of streptomycin sulfate, prelim. communication of animal experiments.
SODA, T.) Arch. Otolaryng. (Chicago) 87, 359-363
SOCK, L.) (1968)
- MOOD, J. D.: Fatigue and adaptation of hearing.
Brit. med. Bull. 12 (1956); 125-130

- HUSTIN, A.: Troubles d'audition chez l'aviateur.
Acta oto-rhino-laryng. belg. 14, 156 -198
(1960)
- JAHN, H.J.: Einiges über provisorische Hörprüfräume.
Z. ärztl.Fortbild. 53, 1267-1270 (1959)
- JAKOB, O.: Experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis
des Vibrationssinnes der Zähne.
Diss. Bonn (1928)
- JANSEN, G.: Über die nicht spezifischen Wirkungen des
Lärms auf den Menschen.
Med. Welt (1960), 35-38
- Wirkungen des Lärms auf das vegetative Ner-
vensystem des Menschen.
Umschau 61, 12-13 (1961)
- Lärm als Krankheitsursache.
Dtsch.Med.Wschr. 92, 2325-2328 (1967)
- JANSEN, G.: Schwellenaudiometrische Untersuchung über
die Progredienz und Charakteristik der Al-
tersschwerhörigkeit in den verschiedenen
Lebensabschnitten.
Z.Laryng.Rhinol. 38, 72 (1969)
- JENULL, M.F.: High Speed-Super High-Speed.
Dt. Zahnärztebl. 13 (1959), H.4, 118
- JOHANSEN, H.: Protection against noise - induced hearing
loss in the Danish armed forces.
Acta oto-laryng. (Stockh.), Suppl. 158, 282-
285 (1960)
- KAUFMANN, H.) : Reactions vasculaires sous l'effect du bruit
BENSIMON, L.) chez 120 sujets normaux et pathologiques
RADJAVI, S.) (Etude theographique et modifications ten-
sionnelles).
Presse méd. (Fr.) 71, 18, 907-910 (1963)
- KECHT, B.: Zur Frage des akustischen Unfalls.
Z. Laryng. Rhinol. 43, 280 (1964)
- KELLER, E.) : Untersuchungen über den Einfluß der Turbinen-
OLK u.) geräusche in der zahnärztl. Praxis.
OPITZ, H.J.) Zschr.f. Laryng. 43, 680 (1964)
- KELLER, H. u.) : Die Erschütterung der Zähne und die Schleif-
KIERSE, H.) leistung von Diamantbohrern bei verschiedenen
Rotationsgeschwindigkeiten.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 9, 518 (1954)
- KIETZ, H.: Einschwingvorgänge auf der Basilarmembran.
Z.Laryng.Rhinol. 38, 393-400 (1959)
- Die Hörvorgänge im Innenohr.
Z.Laryng.Rhinol. 38, 677-684 (1959)

- KOTTMEYER, G.: Wirkungen des Lärms auf den Menschen.
HNC Nr. 9, 66 (1961-1962)
- KRAFCZYK, E.: Die Lärmpause, wichtigste therapeutische
Maßnahme nach akutem Knall- und Lärmtrauma.
Z. Militärmed. 10, 231-235 (1969)
- KRAHL, P.: Streptomycin, Antibiotica, Nierenfunktion
und Ototoxizität.
Med. Welt 1961, 520-5323
- KUP, W.: Der Einfluß des Lebensalters auf Entstehung
und Progredienz der Lärmschwerhörigkeit.
HNC (Berl.) 14, 268-272 (1966)
- KURZNIARZ, J.: Importance of higher frequencies of the
speech understanding in noise.
Otolaryng. pol. 22, 427-435 (1968)
- LANGENBECK, B.: Lehrbuch der praktischen Audiometrie.
Thieme, Stuttgart 1963
- Das Hören im Lärm.
Z. HNC-Heilk. 30, 1-64 (1931)
- Besser hören im Lärm.
Z. HNC-Heilk. 130 (1935)
- Über die Unzulänglichkeit unserer Hör-
schärfebestimmungen.
Z. HNC-Heilk. 44 (1938), 225
- Messung der Hörermüdung und Adaptation am
Patienten, der KIETZ-Test und seine klini-
sche Bedeutung.
Z. Laryng. Rhinol. 38, 202-211 (1959)
- Beobachtungen bei monauraler Messung der
Höradaptation und Hörermüdung.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 51, 244-249
(1960)
- Untersuchung der normalen und pathologischen
Höradaptation und Hörermüdung.
Z. Laryng. Rhinol. 38, 89-100 (1959)
- LE RENAFF, G.: A propos de trois cas de surdité par syphi-
lis hereditaire tardive.
J. franc. Oto-rhino-laryng. 7, 967-969 (1958)
- LEHMANN, G.: Die Einwirkung des Lärms auf den Menschen.
Arbeitsgem. f. Forsch. d. Landes Nordrhein-
westfalen, Heft 94
- LEHMANN, G. u.): Gefäßreaktion der Korperperipherie
M  YER-DELIUS) Schalleinwirkung.
westdeutscher Verlag Köln-Opladen, 1958

- LEHNHARDT, E.: Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Lärmstruktur, Hörermüdung und akustischem Trauma einschl. eines Vorschlages zur Untersuchungsmethodik von Lärmarbeitern. Habil.-Schrift, Rostock (1959)
- LEHNHARDT, E.: Die Berufsschäden des Ohres. Arch. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 185, 11 (1965)
- LEONOVA, V.L.: Schwankungen des Hörvermögens während normal verlaufender Schwangerschaft. Vestn.Oto-rhino-laryng. (Mosk.) 23, Nr. 3, 44-52 (1961)
- LÜPKE, von A.: Vorläufige Zusammenstellung von Gehörschützern auf dem bundesdeutschen Markt. Arbeitsmedizin 1963, 204
- LÜSCHER: Lehrbuch der Ohrenheilkunde. Springer-Verlag, Wien 1952
- LUMINO, J.S. u.) Ist der durch Zahnturbinenbohrer verursachte
AHO, J.) Lärm für das Gehör gefährlich?
LETHINEN, P.N.) Moschv. Ohrenheilk. 99, 192-199 (1965)
- MAI, W.: Untersuchungen über die Lärmgefährdung des fliegenden Personals und des ingenieurtechnischen Bodenpersonals im Kommandobereich des LSK/L V.I
Untersuchungen über die Progredienz des Hörverlustes bei Flugzeugführern von Flugzeugen mit Turbinen- und Luftstrahltriebwerken.
Z. Militärmed. 8, 429-433 (1967)
- MATZKER, J.: Two new methods for the assessment of central auditory functions in cases of brain disease.
Ann.Otol. (St.Louis) 68, 1959, 1185-1187
- MARTIN, H. u.) Surdite par teinture de cheveux.
GIGNOUX, M.) J.franc.Oto-rhino-laryng. 10, 565-570 (1961)
- MAURER, R.: Toxische Schädigung des Gehörorgans. Dtsch.Med.Wschr. 79 (1954), 1798
- MAURER, R. u.) Zur Frage des akustischen Unfalls.
MEHMKE, S.) Zschr. Laryng. 41, 423 (1962)
- Zum Problem der akuten Innenohrschwerhörigkeit bei einer besonderen Arbeitssituation mit zusätzlicher Lärmeinwirkung.
HNC (Berl.) 11, 288-293 (1963)

- MAYER, A.: Präparieren mit hohen Geschwindigkeiten.
Schweiz.Mschr.Zahnhk. 70 (1960), H. 10, 881
- MEISTER F.J.: Geräuschmessungen an Verkehrsflugzeugen und
ihre hörpsychologische Bedeutung.
Arbeitsgem.f.Forschung des Landes'Nordrhein-
Westfalen, Heft 94
Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen.
Z.Luftfahrttechnik Nr. 11, 201-215 (1956)
- MEYER ZUM GOT-
TESBERGE) Das akustische Trauma.
4. Congr.Soc.int.Audiol. 1959, 195-200
Frequenzanalyse und Innenohrschwerhörigkeit.
Arch.Ohr-,Nas.-u.Kehlk.-Heilk. 176, 614-618
Untersuchungen zur Pathogenese der Hörsenken.
Arch. Ohr-,Nase-u.Kehlk.-Heilk. 175, 378-383
(1959)
- MIRAKY, SPRADLEY,
DIZINOVIC,) Effects of intense sound, hypoxia and Kana-
BROOKS) mycin on the permeability in cochlear partitions.
Ann. Otol. (St.Louis) 70, 572-581 (1961)
- MOLLIKA, V.: Traumatisme aconstique et presby aconsic.
Intl Audiol. (Leiden) 7, 508 (1968)
- MORTTA, M.: Aal studies on the aconotic influence of
vibration and noise.
Otol. Fukuoka 4, Suppl. 5, 327 (1958)
- MOTTA, BARBION,
CERONI, FU.ZI: Le sordita cochlearie negli epatopatienti.
Otol.ecc. ital. 26, 287-316 (1958)
- MCUMIER-KUHN) : Le diagnostik d'une surdite professionnelle.
LATON et J.) J.franc.Oto-rhino-laryng. 9, 493-503 (1960)
BONNETOY)
- WAKAMURA, S.: Some of the basic problems in noise trauma.
NihonUniv.School of Med., Tokyo (1964)
- NIXON, C.W.): Noise-induced permanent threshold shift at 2000
GLOIG, A.) cps and 4000 cps.
J.acoust. Soc. Amer. 33, 904 (1961)
- GHASI: Study on the uncomfortable loudness level.
J.oto-rhino-laryng. Soc.Jap. 63, 1032-1061
(1960) m. engl. Zusammenfassung.
- CLK, H. u.): Geräuschmessungen an Zehnturbinen.
Ztschr.f.Laryng. 43, 51-54 (1963)

- OPPLIGER, G. u.): Industriellärm und Innenohrschaden.
SCHULTHESS, von) Z.Präv.-Med. 6, 78-84 (1961)
- OPPLIGER, G. u.): Vasomotorische Reaktionen der Hand auf
GRANDJEAN) Lärmreize.
Helv.physiol.pharmakol. Acta 17, 275 (1959)
- OMODEI-ZOR-): Nebenwirkungen der Streptomycintherapie
RINI, A.) bei Tuberkulosen mit besonderer Berücksichtigung der Gehörschäden.
Minerva med. Torino (51) 1080-1090 (1960)
- FARTSCH, C.J.u.): Frequenzanalytische Untersuchungen über
EICHNER, K.) den Lärm der Turbinengeräte und ihr Einfluß auf das Hörorgan.
Zahnärztl.Rdsch. Berlin 69, H. 2, 45(1960)
- FLATH, P.: Die Prophylaxe der Lärmschwerhörigkeit
aus medizinischer Sicht.
Z. Hörgeräte - Akustik 7, 110-118 (1968)
- FRACIO, C.J.u.): Lij. vjes 83. 889-898 mit engl. Zusammenfassung (1961)
SUBOTIC)
- RADLACHER, G.): Weitere Untersuchungen über den Lärm der
FARUCH, C.J. u) Turbinengeräte.
EICHNER, K.) Zahnärztl.Rdsch. Berlin 70, H. 9, 305
(1961)
- HEINER, N.L.: Disturbances of hearing in vascular diseases of the central nervous system.
Vestn. Otol. 19, H. 5 (1957) mit engl. Zusammenfassung
- KAPTELSCHAK, K.: Beurteilung verschiedener Kriterien bei
Kavitätenpräparation mit hohen und höchsten Touren.
schweiz.kschr.Zahnhk. 70, H. 9, 814 (1960)
- RETI, J.,): Un cas de surdite du type cochléaire importante
BOURGOY u.) d'apparation brutale lors d'une exposition à des traumatismes sonores.
SASPLAGER: Arch.fal.prof. 22, 162 (1961)
- REVÉSZ, G.: Akustischer Stress.
(rr-Cége-Cyógyászat 15, 198-205 mit engl. und dtsh. Zusammenfassung (1969)
- ROBINSON, A.D.: The effect of the ultra-high-speed aer turbine drill on the conduct of a general dental practice.
Brit.Dent. J. 109, 22 (1960)
- ROTHMANN, C.: Klinische Erfahrungen mit dem Dentalair.
Zahnärztl.Rdsch. München 11, H. 5, 84 (1960)

- RUEDI, L. u.): Das akustische Trauma.
FURRER) Verl. S. Karger, Basel, 1947
- RUEDI, L.: Streptomycin und Tuberkulose.
Schweiz.Med.Mschr. 83, 325 (1953)
- RUEDI, L. u.): Physic and physiology of acoustic trauma.
FURRER W.) J. acoust. Soc.Amer. 18, 409 (1946)
- Das akustische Trauma.
Pract. oto-rhino-laryng. (Basel), 8, 177
(1946)
- SATALOFF, J.): Temporary threshold shift in normal and
MENDUKE, H. u.) abnormal lars.
HUGHES, A.) Arch. Otolaryng. 76, 62 (1962)
- SAUERWEIN, E.: Bewährt sich die Turbine in der Praxis?
Zahnärztl. Praxis München, 12, H. 1, 4
(1961)
- SCHÄFER, O.: Das pyhsikalische Verhalten des Ohres.
Drei-Kreise-Verlag Fritz Knapp, Baden-
Baden 1948
- SCHMETZ, F.: Die chronische Mittelohrentzündung bei
Lärmarbeitern.
Mschr. Ohrenheilk. 95, 97-106 (1961)
- SCHUBERT, K.: Hörermüdung und Hördauer.
Z.Hals-Nas.-Ohrenheilk. 51 (1944) 19
- Sprach-, Hör-, Prüfmethode.
Theime-Verlag Stuttgart, 1959
- Geräuschbelastung durch Luftturbinen.
J.Amer. Dent. Ass. 66, 1752 (1963)
- SCHULTHEISS, G.v.): Statistical evaliation of hearing losses
HUDSON, E.) in military pilots.
Acta oto-laryng. (Stockh.) 65, 137-145
(1968)
- SEDEC, G.A.: Lawaai, gehoov en tandheelkunde
(Lärm, Gehör und Zahnheilkunde)
Tschr. tandheelk., Utrecht 70 (1963)
H. 5 (323)
- Gevaren van de aerotor ten aanzien van het
gehoororgan (Gefahren des Aerrotors für
das Gehörorgan).
Rev. belg. milt. dent. 1963, H. 2, 201

- SCHWARZ, M.: Handbuch der Erbkrankheiten.
Bd. 6, Leipzig, Thieme, 1940
- SCHWARZKOPF, H.): Die Luftturbine in der zahnärztlichen
FISCHER, H.) Praxis.
Schwarzkopf-Verlag 1959
- SEGAL, M.: Über plötzliche ein- oder doppelseitige
Labyrinthtaubheit.
Oto-rhino-laryng. 5 (1960) mit dtsh.
Zusammenfassung Bucuresti 271-276
- SHAPIRIO, S.L.: Deafness following short-term exposure to
industrial noise.
Ann. Otol. (St.Louis) 68, 1170-1181 (1959)
- SLAWIN, J.: Industrielärm und seine Bekämpfung.
VEB-Verlag Technik, Berlin 1960
- SPIETH, W. u.): Intensity and duration of noise exposure
FRITZKE, H.J.) and temporary threshold shifts.
J. acoust. Soc. Amer. 30, 710 (1958)
- STEVENS, S.S.: Calculation of the loudness of complex
noise.
J. acoust. Soc. Amer. 28, 807 (1956)
- STEWART, D.: Some occupational effects of noise.
J. Laryng. (Lond.) 75, 479-484 (1961)
- TAMURA, H. u.): Lebensalter der Lärmarbeiter und profes-
Kushida, H.) sionelle Schwerhörigkeit.
Mschr. Ohrenheilk. 94, 342-350 (1960), deut-
sche Zusammenfassung
- TAYLOR, W.): The hearing threshold levels of dental
MAIR, A. u.) practitioners exposed to air turbine drill
PEARSON, J.) noise.
Brit.Dent. J. 118 (1965) H.5, 206
- TETU, BRUSKAUER-): Betrachtungen über die vasculäre Pathoge-
APOSTAL, APOSTAL) nese der plötzlich eintretenden Taubheit.
Oto-rhino-laryng. 5 (1960) m. dtsh. Zu-
sammenfassung Bucuresti 213-226
- TOBIAS, J.V.: Cockpit noise intensity, three aerial applie
cation (cropdusting) aircraft.
J. Speech Res. 11, 611-615, (1968)
- TRENDELENBURG: Einführung in die Akustik.
J. Springer, Berlin 1950
- VASALLA de MUM-): Nuestra experiencia personal en el trata-
BERT, A.) miento de las sorderas postestreptomicinicas.
Bol. esp. Otorinolaring, 13, Nr. 2, 57-62
(1960)
- WAAL, van der, J.: Peuliarities of noise-induced hearing loss.
A study of the hearing loss of engineroom
personnel.
Ann.Otol. (St.Louis) 70, 208-223 (1961)

- WAGEMANN: Audiologische Beobachtungen bei toischen
Ohrschäden.
HNC-Wegweiser 7, 29-30 (1958)
- WALSER, G.: Experimentell-physikalische Untersuchungen
über das Bohren und Schleifen mit turbinen-
getriebenen Instrumenten bei höchsten Dreh-
zahlen.
Med. Diss., Mainz 1957
- WARD, W.D.): Temporary threshold shift from octavband
GLORIG, A. u. noise, applications to damage-risk criteria.
SEKLAR, D.L.) J. acoust. Soc. Amer. 31, 522 (1959)
- Dependence of temporary threshold shift at 4 k
kc on intensity and time.
J. acoust. Soc. Amer. 30, 949 (1958)
- WITTMACK, K.: Die Ortho- und Pathobiologie des Labyrinthes.
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1956
- VIOHL, J.: Die Vibrationswelle am menschlichen Zahn.
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 18, 146(1963)

Herrn Professor Dr. med. O. von A r e n t s s c h i l d
sei an dieser Stelle herzlichst gedankt für die Über-
nahme des Referates, zahlreicher Korrekturen und
Beratungen.

Herrn Professor Dr. med. Dr. med. dent. Ewald
H a r n d t danke ich sehr für die Übernahme des
Korreferates.

L e b e n s l a u f

Am 17.9.1929 wurde ich als erstes Kind des Kaufmanns
Georg K r o t k y und seiner Ehefrau Hedwig,
geb. P y t t e l in Gleiwitz geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Bischofstal, anschließend
absolvierte ich die Oberrealschule in Gleiwitz.

Nach vorbereitender technischer Ausbildung und folgendem
Studium in München, bestand ich 1960 das zahnärztliche
Staatsexamen.

1965 Veröffentlichung einer wissenschaftlichen Arbeit
mit Herrn Prof.Dr. B. L a n g e n b e c k :

"Der Luftobturator als neuartiger Verschluß großer
und kleiner Operationsdefekte im Kopfbereich".

Erfindung und Patentierung (DPA-München) dieses Obturators.

Seit 1962 bin ich in eigener zahnärztlicher Praxis tätig.

